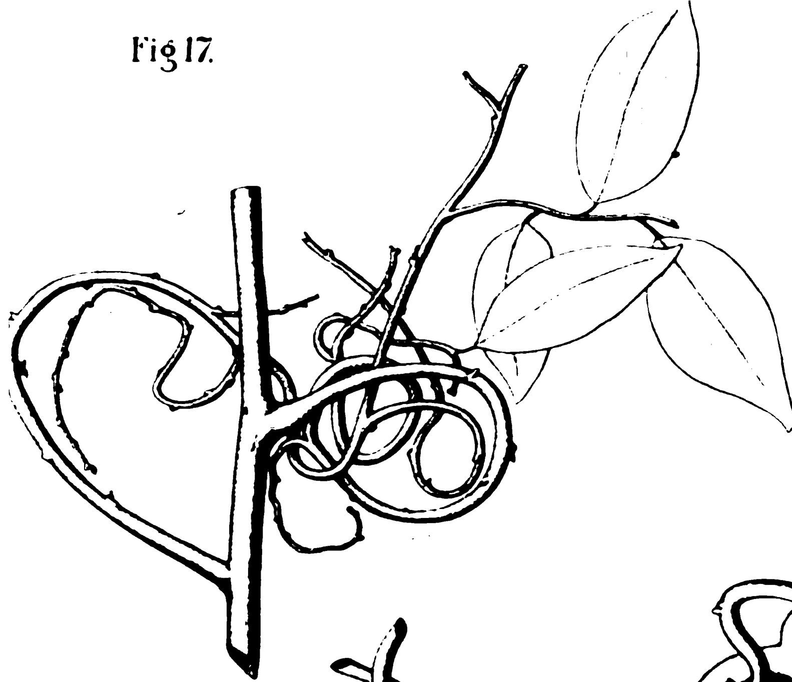
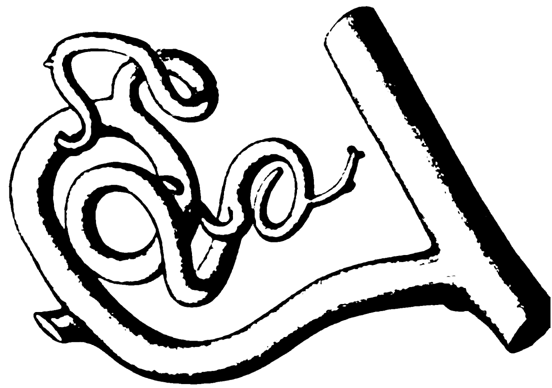
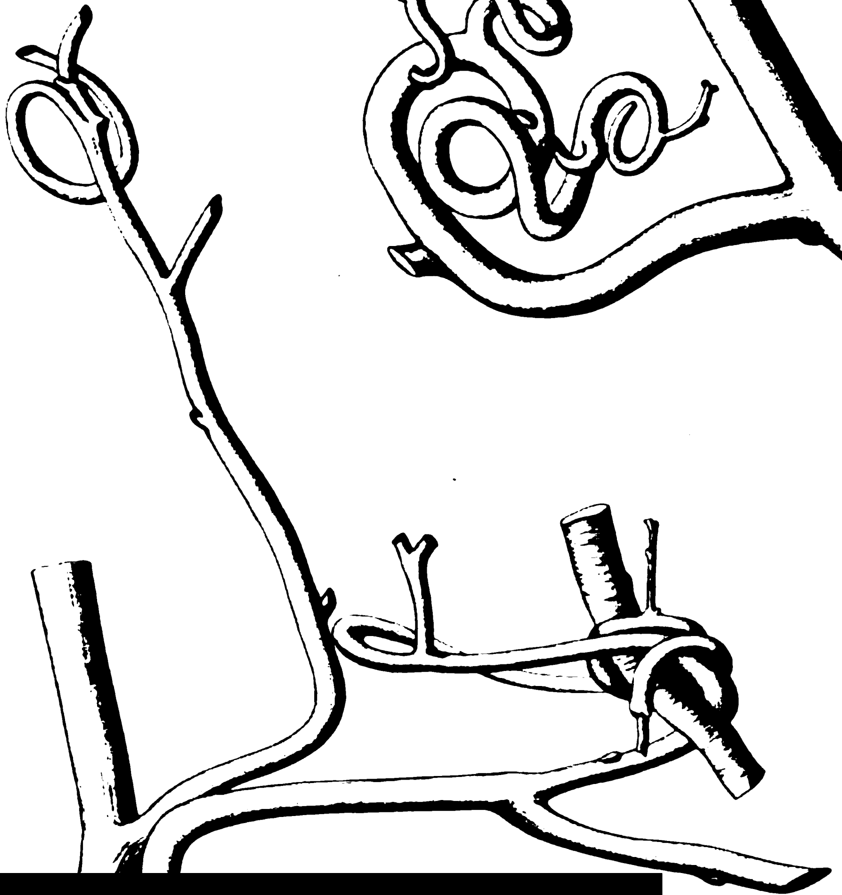
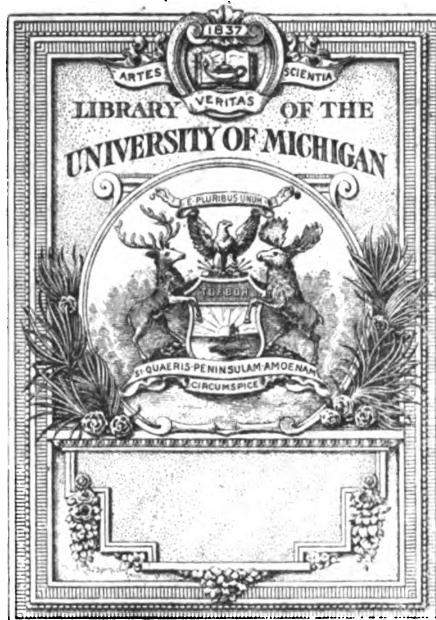






Botanische Mittheilungen aus den Tropen herausgegeben


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

Botanische Mittheilungen
aus den Tropen

herausgegeben

von

Dr. A. F. W. Schimper,
a. o. Professor der Botanik an der Universität Bonn.

Heft 4.

Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen,
im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten.

I. Theil.

Beiträge zur Biologie der Lianen.

Von

Dr. H. Schenck,
Privatdocent der Botanik an der Universität Bonn.

Mit 7 Tafeln.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1892.

Beiträge

zur

Biologie und Anatomie der Lianen,

im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten.

I. Theil.

Beiträge zur Biologie der Lianen.

Von

Dr. H. Schenck,
Privatdocent der Botanik an der Universität Bonn.

Mit 7 Tafeln.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1892.

Inhaltsangabe.

Litteratur-Verzeichniss.

Ambronn, H.: 1. Zur Mechanik des Windens 1. und 2. Theil. Berichte math. phys. Klasse Kgl. sächs. Ges. Wiss. 1884.
2. Einige Bemerkungen zu den Abhandlungen des Herrn Wortmann etc. Ber. der bot. Ges. 1886.
3. Zur Erwiderung des Herrn Wortmann Ber. d. bot. Ges. 1887.

Baker, J. G.: Handbook of the Fern-Allies. London 1887.

Baranetzki, J.: Die kreisförmige Nutation und das Winden der Stengel. Mém. acad. St. Pétersbourg. 1883.

Bentham et Hooker: Genera plantarum.

Boerlage, J. G.: Handleiding tot de Kennis der Flora van Nederlandsch Indië. Leiden. 1 Deel. 1890.

Botanical Magazine.

Bower, F. O.: On the modes of climbing in the genus Calamus. Annals of Botany. I 1887.

Blume, C. L.: Rumphia I 1835. II 1847. Lugduni-Batavorum.

Brandis, D.: The forest flora of North-, West- and Central-India. London 1874.

Buchenau, F.: Zur Morphologie von Hedera helix. Bot. Ztg. 1864.

de Candolle, C.: Observations sur l'enroulement des vrilles. Archives des Sc. de la bibl. univ. 1877.

Chapman: Flora of the southern united states 2. edition. New York 1883.

Darwin, Ch.: Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen. Uebers. Stuttgart 1876.

Durand, Th.: Index generum Phanerogamorum. Bruxellis 1888.

Engler, A.: Passifloraceae africanae. Jahrb. für Syst. 1891 p. 374.

Engler und Prantl: Die natürlichen Pflanzenfamilien.

Forbes and Hemsley: An Enumeration of all the plants known from China proper, Formosa, Hainan, Corea, Luchu Archipelago and Hongkong. Journ. of the Linn. Society, Botany XXIII 1886—88 and XXVI 1890—91.

Gamble: List of the trees, shrubs and large climbers, found in the Darjeeling district, Bengal. Calcutta 1878.

Göbel, K.: 1. Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane. Aus Schenk's Handb. d. Bot. III 1. Breslau 1883.
2. Ueber die Jugendzustände der Pflanzen. Flora 1889.
3. Pflanzenbiologische Schilderungen. I. Marburg 1889.
II. Marburg 1891.

Gray, Asa: Manual of the Botany of the northern United States. 5. edit. New York 1868.

Grisebach: 1. Die Vegetation der Erde. Leipzig 1872.
2. Die geographische Verbreitung der Pflanzen Westindiens, in Gesammelte Abhandlungen. Leipzig 1880.

Hildebrand, F.: Ueber einen Birkenstamm von einem Gaisblatt umschlungen. Verh. nat. Ver. Rheinland u. Westfalen XXIV.

Hooker, J. D.: The Botany of the antarctic voyage. II London 1847.

Hooker, J. D.: Handbook of the new Zealand flora. London 1867.

Hooker, W., and Baker, J. G.: Synopsis filicum. London 1874.

Hooker, W.: Species filicum. London. 5 Vol. 1846—1864.

Huth, E.: Die Hakenklimmer. Berlin 1888. Abh. bot. Ver. Brandenburg XXX.

Kaufholz, E.: Beiträge zur Morphologie der Keimpflanzen. Inaug. Diss. Rostock 1888.

Kerner von Marilaun, A.: Pflanzenleben I. Leipzig 1888.

King, G.: The species of Ficus of the Indo-Malayan and Chinese Countries. Calcutta 1887 u. 1888. Appendix 1889.

Kohl, F. G.: Beitrag zur Kenntniss des Windens der Pflanzen. Pringsheim's Jahrb. für wiss. Bot. Berlin 1884.

Leclerc du Sablon: Recherches sur l'enroulement des vrilles. Ann. sc. nat. Bot. 7. sér. V.

von Lengerken, A.: Die Bildung der Haftballen an den Ranken einiger Arten der Gattung Ampelopsis. Bot. Ztg. 1885.

Levy, P.: Notes sur les Lianes. Bull. soc. bot. France 1869 p. 279.

Lindau, G.: Monographia generis Coccolobae. Engler's bot. Jahrb. 1890.

Mertens und Koch: Röhling's Deutschlands Flora. Frankfurt am Main 1823 bis 1833.

Mez, C.: Lauraceae americanae. Jahrb. bot. Garten Berlin 1889.

Mohl, H.: Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827.

Müller, F.: 1. Notes on some of the climbing plants near Desterro in South Brazil. Linnean Soc. Journal IX.
2. Zweigklimmer. Kosmos 1882 VI.

Müller, O.: Untersuchungen über die Ranken der Cucurbitaceen. Cohn's Beitr. z. Biologie der Pflanzen. IV. Breslau 1887.

Noll, F.: Ueber rotirende Nutation an etiolirten Keimpflanzen. Bot. Ztg. 1885.

Nymann, C. F.: Conspectus florae Europaeae. Oerebro 1878—1882.

Palm, L. H.: Ueber das Winden der Pflanzen. Tübingen 1827.

Pfeffer, W.: 1. Pflanzenphysiologie. 2. Band, Cap. VI. Leipzig 1881.
2. Zur Kenntniss der Contactreize. Untersuchungen bot. Inst. Tübingen Band I.

Philippi, F.: Catalogus plantarum vascularium chilensium. Santiago de Chile 1881.

Prantl, K.: Beiträge zur Morphologie und Systematik der Ranunculaceen. Engler's bot. Jahrb. 1887.

Radlkofer, L.: Monographie der Sapindaceengattung Serjania. München 1875.

Rein, J. J.: Japan. 1. Bd. Leipzig 1881.

Robinson, B. L.: 1. Beiträge zur Kenntniss der Stammanatomie von Phytocrene macrophylla Bl. Bot. Ztg. 1889.
2. On the stem-structure of Jodes tomentella Miq. and certain other Phytocreneae. Ann. jard. Buitenz. Leiden VIII. 1890.

Roxburg, W.: Plants of the coast of Coromandel. London I 1795, II 1798, III 1819.

Sachs, J.: 1. Lehrbuch der Botanik. 4. Aufl. Leipzig 1874.
2. Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. Leipzig 1882.

Schimper, W.: Die epiphytische Vegetation Amerikas. Bot. Mittheil. aus den Tropen. Heft 2. Jena 1888.

Schumann, K.: 1. Flora von Kaiser Wilhelm's Land. Berlin 1889.
2. Ueber die afrikanischen Kautschukpflanzen. Engler's bot. Jahrb. XV. 1892.

Schwendener, S.: 1. Ueber das Winden der Pflanzen. Monatsber. Kgl. Acad. Wiss. Berlin 1881. Dec.
2. Zur Wortmann'schen Theorie des Windens. Sitzber. Kgl. Acad. Wiss. Berlin Juli 1886.

Stapf, O.: Die Arten der Gattung Ephedra. Denkschr. math. nat. Klasse Kais. Acad. Wiss. Wien 1889.

Treub, M.: 1. Sur une nouvelle catégorie de plantes grimpantes. Ann. jard. bot. Buitenzorg III 1882.
2. Observations sur les plantes grimpantes du jardin botanique de Buitenzorg. Ann. jard. bot. Buitenzorg III 1883.

Urban, J.: Morphologie der Gattung Bauhinia. Ber. der deutschen bot. Ges. 1885.

de Vries, H.: 1. Längenwachsthum der Ober- und Unterseite sich krümmender Ranken. Würzburger Arbeit. III p. 302. Leipzig 1873.
2. Zur Mechanik der Bewegungen von Schlingpflanzen. ibid. III.

Warburg, O.: Ueber Bau und Entwicklung des Holzes von Caulotretus heterophyllus. Bot. Ztg. 1883.

Warming, E.: Handb. der system. Botanik. Berlin 1890.

Worgitzky, G.: Vergl. Anatomie der Ranken. Flora 1887.

Wortmann, J.: 1. Theorie des Windens. Bot. Ztg. 1886.
2. Einige Bemerkungen zu der von Schwendener gegen meine Theorie des Windens gerichteten Erklärung. Bot. Ztg. 1886.
3. Ueber die Natur der rotirenden Nutation der Schlingpflanzen. Bot. Ztg. 1886.
4. Erwiderung. Ber. d. bot. Ges. 1886.
5. Ueber die rotirenden Bewegungen der Ranken. Bot. Ztg. 1887.

Wight, R.: Icones plant. Indiae orientalis Vol. I—VI. Madras 1840—1853.

Vorwort.

Die Anregung zu der vorliegenden Bearbeitung der biologischen Eigenthümlichkeiten der Lianen, welcher als 5. Heft der „Mittheilungen aus den Tropen“ eine anatomische Abhandlung über die Lianenstammstructuren demnächst folgen soll, gewann Verfasser auf einer in Gemeinschaft mit seinem Freunde Professor Schimper 1886/87 nach Brasilien unternommenen botanischen Reise. Wir hatten gleich im Beginne derselben Gelegenheit, die prächtigen Wälder Sa. Catharinas in der Umgebung der Kolonie Blumenau kennen zu lernen und genossen den Vorzug, in dieselben auf unseren Excursionen von dem ebenso naturkundigen wie liebenswürdigen verehrten Herrn Dr. Fritz Müller eingeführt zu werden. Ihm, dem nunmehr schon siebzigjährigen hochverdienten Forscher spreche ich meinen herzlichsten Dank aus für die vielseitige mir zu Theil gewordene Anregung. Nicht minder bin ich meinem Reisegefährten Professor Schimper für seine Mithülfe zu grossem Dank verpflichtet, sowie Herrn Dr. W. Schwacke, damals am Museum in Rio de Janeiro, jetzt Director der pharmaceutischen Schule in Ouro preto, für die bereitwillige Mittheilung seiner systematischen Kenntnisse der Flora brasiliensis, für sein freundschaftliches Entgegenkommen während unseres Aufenthaltes in Rio.

Die anatomische Bearbeitung des von mir in Brasilien gesammelten Materials von Lianenstämmen wurde im Bonner botanischen Institut ausgeführt, dessen verehrtem Chef, Herrn Geheimrath Prof. Strasburger ich für die Förderung, die derselbe meinen Studien zu Theil werden liess, auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen möchte.

Was die Bestimmung der sowohl im biologischen als auch im anatomischen Theile erwähnten Lianenarten anbelangt, so erfolgte dieselbe zum Theil im Berliner botanischen Museum, dessen Directoren, die Herren Professoren Engler und Urban mir in bereitwilligster Weise entgegenkamen. Herr Dr. Taubert in Berlin hatte in freundschaftlicher Weise die Bestimmung zahlreicher Arten (besonders Leguminosen) übernommen und wird auch die systematische Bearbeitung einiger in der Abhandlung erwähnter neuer Arten in der beabsichtigten späteren Publication der Liste meines brasilischen Herbars vornehmen. An der Bestimmung der Arten betheiligten sich ausserdem folgende Herren: Prof. Kuhn (Filices), Prof. Hackel (Gramin.), Herr O. Böckeler (Cyperac.), Prof. Engler (Araceae, Loranth.), Dr. Lindau (Coccoloba), Dr. Heimerl (Nyctagin.), Prof. Chodat (Polygal.), Prof. Radlkofer (Sapind.), Prof. Niedenzu (Malpighiac.), Prof. Schumann (Cactac., Rubiac.), Prof. Cogniaux (Cucurb.), Dr. Gilg (Connar.), Prof. Hieronymus (Comp.).

Herr Generalforstinspector a. D. Dr. Brandis in Bonn gestattete mir gütigst die Benutzung seiner reichhaltigen Bibliothek und seines indischen Herbars; mein Kollege, Herr Dr. F. Noll hatte die Freundlichkeit, mir bei den Correcturen behülflich zu sein. Allen diesen Herren sei hiermit mein herzlicher Dank ausgesprochen.

Die ersten zusammenfassenden Arbeiten über Kletterpflanzen, speciell Winder und Ranker, sind die beiden preisgekrönten Schriften von Mohl: „Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen“ und von Palm: „Ueber das Winden der Pflanzen“, beide in Tübingen 1827 erschienen als Lösungen einer von der dortigen medicinischen Facultät 1826 gestellten Preisfrage. Beide Autoren bringen eine Menge guter Beobachtungen und Angaben, wenn auch Manches jetzt als veraltet und unrichtig gelten muss. Sodann hat erst wieder Ch. Darwin in seinem Werke: „Die Bewegungen und Lebensweise der kletternden Pflanzen“ (zuerst 1865 erschienen im Journal of the Linnean Society IX. Bd.) eine inhaltsreiche und viele neue Gesichtspunkte enthaltende Zusammenstellung der Eigenthümlichkeiten dieser Pflanzen auf Grund zahlreicher eigner Beobachtungen gegeben. Bezüglich der zahlreichen Einzelabhandlungen, welche hauptsächlich die physiologischen Vorgänge beim Winden und Ranken zum Gegenstand haben, sei auf die ausführ-

liche Zusammenfassung von Pfeffer in seiner Pflanzenphysiologie II. Bd. Cap. VI, Leipzig 1881, hingewiesen, sowie auf die formvollendete Darstellung, welche wir Sachs in seinem Lehrbuche (1874) und in seinen Vorlesungen über Pflanzenphysiologie (1882) verdanken.

Wichtige Beiträge zur Kenntniss der Kletterpflanzen brachten uns die Aufsätze von Fritz Müller über Zweigklimmer (Kosmos 1882) und von M. Treub über tropisch asiatische Lianen (Annales du jardin bot. de Buitenzorg III 1882 u. 1883). Ersterer machte uns mit der vorher gänzlich unbekannten eigenthümlichen Gruppe der Zweigklimmer, letzterer mit den Hakenklimmern bekannt.

In dem vorliegenden ersten Theile der Abhandlung habe ich versucht, die wichtigsten biologischen Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Lianengruppen nach dem jetzigen Standpunkt unserer Kenntnisse und unter Benutzung eigener Beobachtungen an brasilischen Lianen darzustellen. Wie der Titel besagt, möchte ich diesen Versuch nur als Beiträge zu einer Monographie betrachtet wissen, denn es bedarf noch vieler Beobachtungen, ehe eine solche nach allen Richtungen hin zufriedenstellend verfasst werden kann.

Bonn, Botanisches Institut 1892.

H. Schenck.

I.

Allgemeines über die Lebensweise der Lianen; die verschiedenen Modi des Kletterns; systematische Aufzählung und pflanzengeographische Verbreitung.

§ 1.

Die Lianen als charakteristischer Bestandtheil des tropischen Waldes.

Die immergrünen Wälder, welche in der tropischen Zone überall dort zur Entfaltung kommen, wo keine scharfe Sonderung in regenlose und regenreiche Jahreszeiten sich geltend macht, besitzen eine Reihe von Eigenthümlichkeiten, welche sie von anderen Waldformationen, vor allem vor den sommergrünen Wäldern unseres gemässigten Erdgürtels unterscheiden und in letzter Linie in den klimatischen Bedingungen begründet sind. Die Gesammtheit der verschiedenartigen Wälder unseres Erdballs können wir zusammenfassen unter den Begriff der Vegetationsformation des Waldes. Will man die Modificationen dieser Formation — wie überhaupt aller Formationen — klar in ihren durch das Klima verursachten Unterschieden erkennen, so wird es nöthig sein, den Wald in seine einzelnen Vegetationsformen zu zergliedern und diese zunächst gesondert und dann in ihrem gegenseitigen Verhältniss zu betrachten. Eine solche Eintheilung ist naturgemäss im Wesentlichen nach biologischen Gesichtspunkten ohne Rücksicht auf die systematische Verwandtschaft vorzunehmen, stösst aber auf Schwierigkeiten, da diese biologischen Gesichtspunkte sehr verschiedenartiger Natur sind. Aus letzterem Grunde ist es unmöglich ein System sämmtlicher Vegetationsformen aufzustellen in der Weise, dass sich dieselben alle gegenseitig

ausschliessen; und ich kann daher auch den Versuch, den Drude[1]) in dieser Hinsicht unternommen hat, nicht als einen abschliessenden bezeichnen.

Die Lianen nun, welche eine Vegetationsform für sich bilden, charakterisiren sich als Gewächse, die im Erdboden wurzeln und mit langgliederigen Stengeln sich anderer Gewächse als Stützen bedienen, um ihr Laubwerk und ihre Blüthen vom Boden zu erheben und in eine zum Licht günstige Lage zu bringen. Sie umfassen sowohl Holzpflanzen mit immergrünen Blättern, als auch laubabwerfende Kettersträucher, ferner Formen mit krautigen Stengeln, welche nur eine Vegetationsperiode aushalten oder mit unterirdischen Organen perenniren. Setzt man somit als oberstes Eintheilungsprincip die Lebensdauer der Organe in ihrer Abhängigkeit von klimatischen Bedingungen, so löst sich die Lianenform in eine Anzahl von Unterformen auf, welche mit den gleichartigen diesbezüglichen Formen unter den Bäumen, Sträuchern und Kräutern zu vereinigen sind. Unter den Lianen giebt es ferner auch xerophile Arten mit unterdrückter Belaubung, oder mit succulenten Stämmen. Diese würden bei Berücksichtigung der Wasserversorgungsverhältnisse als oberstes Eintheilungsprincip zusammen mit den xerophilen blattlosen Bäumen, Sträuchern, Kräutern, beziehungsweise mit den Succulenten in eine Kategorie gebracht werden müssen. Aehnliches ergiebt sich für alle übrigen Vegetationsformen. So werden derartige Unterscheidungen verschieden ausfallen müssen je nach den Zwecken, die man gerade verfolgt.

Für die Charakterisirung der verschiedenen Waldformationen dürfte es zweckmässig sein, folgende Hauptformen zu unterscheiden:

1. Ausschliesslich selbstständig sich ernährende chlorophyllhaltige Pflanzen (autotrophe Pflanzen).
   a) Im Boden wurzelnde
      α) Bäume, Sträucher, Kräuter,
      β) Lianen;
   b) Epiphyten.
2. Saprophyten (Hemisaprophyten[2]) mit saprophytischer Ernährung neben der normalen — Holosaprophyten[2]) ohne Chlorophyll.

---

[1]) O. Drude: Pflanzengeographie in Neumayers Anleitung zu wissensch. Beobachtungen. Berlin 1888 p. 158.

[2]) Bezeichnungen nach Johow: Die chlorophyllfreien Humuspflanzen. Pringsh. Jahrb. 1889, XX p. 479.

3. Parasiten (Hemiparasiten [1]) (z. B. Viscum, Cassytha) — und chlorophyllfreie Holoparasiten. [1])

Wir erhalten auf diese Weise 7 allerdings nicht ganz gleichwerthige Vegetationsformen, mit denen sich leicht operiren lässt, wenn man die Besonderheiten des Waldes eines bestimmten Gebietes hervorheben will.

So charakterisiren sich, was die Bäume anbelangt, die Wälder unserer temperirten Zone durch das gesellige Auftreten von laubabwerfenden Dicotylenbäumen und immergrünen Nadelhölzern, die der regenreichen Tropengegenden dagegen durch die bunte Mischung der immergrünen Dicotylen, durch das Auftreten der Palm- und Farnbäume. Aufgabe der biologischen Pflanzengeographie ist es nun, die Ursachen hierfür in den verschiedenen klimatischen Bedingungen nachzuweisen. Saprophyten und Parasiten begegnen uns, obgleich nicht so reichlich und zum Theil in anderen Gestalten, auch in der Vegetation der gemässigten Zone, sie sind keine specifisch tropischen Erzeugnisse. Dagegen ermangeln unsere Wälder vollständig der phanerogamen Epiphyten, die, wie Schimper in seiner vortrefflichen Bearbeitung der amerikanischen Epiphyten hervorhebt, in ihrer Entstehung an einen hohen Feuchtigkeitsgehalt der Luft und beständige reichliche Niederschläge gebunden sind und demgemäss allen tropischen Wäldern, ausserdem aber auch auf Neuseeland und im antarctischen Waldgebiet unter diesbezüglichen gleichartigen klimatischen Bedingungen der Vegetation zur Zierde gereichen.

Nächst den Epiphyten, welche in grosser Reichhaltigkeit der Gestalten und oft in massenhaftem geselligen Wuchs das Geäst der Waldbäume bekleiden, sind die nicht minder reichlich vertretenen Lianen, vor allem die holzigen Arten, in hohem Maasse charakteristisch für den tropischen immergrünen Wald. Auch die Lianen verlangen zu ihrer üppigen Entfaltung ein regenreiches und feuchtes Klima, sind aber nicht so ausschliesslich an dasselbe gebunden, wie die Epiphyten, denn auch in unseren Wäldern treffen wir, allerdings nur sehr wenige, holzige Lianen an, wenn wir von den zahlreicheren kleinen krautigen Kletterpflanzen absehen; in Mitteleuropa sind der wurzelkletternde Epheu, das windende Gaisblatt und die blattstielrankende Waldrebe die einzigen Vertreter der holzigen Lianen, die dagegen in den Tropen in Hunderten verschiedener Arten und in

[1]) Desgl. Johow: Die phanerogamen Schmarotzerpflanzen. Santiago 1890, p. 1.

massenhafter Vegetation die Wälder verwirren und fast an jedem grösseren Baume oft zu mehreren emporwuchern.

Die überwiegende Mehrzahl der Lianen sind leicht als solche zu erkennen. Aber es giebt auch Uebergänge sowohl zu den Waldsträuchern, ihren Ausgangsformen, als auch zu den Epiphyten. Manche Lianen stehen noch auf einer niederen Stufe der Entwicklung und können auch als Sträucher mit etwas länger als gewöhnlich entwickelten, überhängenden Trieben bezeichnet werden. Unter den Aroideen treffen wir Formen, die im Boden wurzeln und mit Hülfe von adventiven Haftwurzeln den emporwachsenden dünnen Stamm am Stützbaum befestigen und solche, bei denen der Stamm von unten her abstirbt und somit später ein epiphytisches Dasein führt. Hier haben wir einen Uebergang zwischen lianenartiger und epiphytischer Lebensweise. Bezeichnen wir als Lianen im weitesten Sinne alle Pflanzen mit kletternder Lebensweise, so sind zu ihnen auch gewisse Epiphyten zu zählen, nämlich solche mit langen wurzelkletternden oder auf der Baumrinde herumkriechenden Stengeln. Von Saprophyten würden alsdann die kletternden Galeola-Arten zu ihnen gehören, von Parasiten die Cuscuta-, Cassytha-Arten, sowie auch gewisse Loranthaceen (vgl. § 5).

Ich sehe im Nachfolgenden von solchen Formen ab und beschränke mich nur auf die Lianen im engeren Sinne, auf die im Boden wurzelnden, autotrophen Kletterpflanzen.

§ 2.

Verschiedenes Verhalten der Lianen in Bezug auf den Klettermodus; Eintheilung in 4 Gruppen.

Wie innerhalb einer jeden biologischen Gruppe von Gewächsen, welche übereinstimmende Lebensweise führen, z. B. den Parasiten, Saprophyten, Epiphyten, submersen Hydrophyten, ein Theil der Vertreter auf einer niederen Stufe der Anpassung stehen geblieben oder noch in der Weiterentwicklung begriffen ist, während bei einem anderen Theile die weitgehendsten Modificationen in Bau und Function der Organe nach bestimmten Richtungen hin zur Ausprägung gelangt sind und zwischen den niederen und höheren phylogenetischen Stufen vermittelnde Uebergänge sich feststellen lassen, so sind auch bei den Lianen solche Stufen nachweisbar, nicht allein, was die einfachere oder complicirtere Form des Kletterns anbelangt, sondern auch in Bezug auf die anatomische Structur der Stämme.

Die mannigfachen Vorrichtungen, mittelst deren die Kletterpflanzen sich emporarbeiten und an den Stützpflanzen befestigen, gestatten nach ihrer verschiedenen Natur eine Eintheilung der Lianen in 4 Gruppen.

Die vollkommensten Kletterer sind ohne Zweifel diejenigen mit dünnen, langen, in hohem Grade reizbaren und nutirenden Ranken, wie sie die Cucurbitaceen und Passifloreen zur Ausbildung gebracht haben. Zu den Rankenpflanzen im weiteren Sinne sind sämmtliche Lianen, krautige oder holzige, zu rechnen, welche reizbare Kletterorgane besitzen, die bei Berührung mit einer Stütze sich an dieser durch Einkrümmung oder Umrankung befestigen. Der morphologischen Natur nach sind die für Contact reizbaren Kletterorgane entweder Phyllome oder Caulome. Für die Erkenntniss der phylogenetischen Entwicklung der Rankenpflanzen ist es somit zweckmässig, die beiden Untergruppen der Blatt- und Achsen-Rankenpflanzen zu unterscheiden. Die ersteren umfassen 1) die auf phylogenetisch tieferer Stufe stehenden Blattkletterer, bei denen einzelne Theile (Blattspreite, Blattspitze oder Blattstiel) des im übrigen nicht modificirten Blattes mit Reizbarkeit ausgestattet sind und die Function des Rankens mit übernommen, haben und 2) die auf höherer Stufe stehenden mit ausschliesslich der Befestigung dienenden fadenförmigen Organen versehenen Blattranker. Die Achsenrankenpflanzen sind reicher gegliedert. Sie lassen nach der Form und Wirkungsweise ihrer Organe 4 Reihen unterscheiden, in deren jeder eine aufsteigende Entwicklung von einfacheren ursprünglicheren Verhältnissen zu ausschliesslich dem Klettern dienenden Bildungen sich nachweisen lässt. Diese sind 1. die Zweigkletterer, deren Anfangsglieder mit Reizbarkeit ausgestattete, sonst aber ganz normal beschaffene beblätterte Seitenzweige besitzen, deren Endglieder bereits blattlose, vielgliedrige Zweigranken aufweisen; 2. die Hakenklimmer mit kurzen hakenförmig gebogenen, später sich stark verdickenden, reizbaren Kletterorganen, welche morphologisch Infloreszenzstielen oder auch Dornen homolog sind und bei einzelnen Arten auch noch deutlich diesen Ursprung an Uebergangsformen erkennen lassen; 3. die Achsenranker mit Uhrfederranken, mit dünnen, frühzeitig mehr oder weniger uhrfederartig eingerollten elastischen nackten Ranken, in denen sich die Stützen fangen, um dann infolge des Contactreizes fest umgriffen zu werden. Auch diese Ranken sind aus Blüthenstielen hervorgegangen. 4. die Achsenranker mit dünnen Fadenranken, die gleichfalls

durch Umwandlung von Inflorescenzachsen entstanden sind. Bei einigen derselben erkennt man diese Entwicklung noch klar, indem die Ranken an ihren Enden normal noch Blüthen tragen. Die Rankenpflanzen haben sich somit nach sehr verschiedenen Richtungen hin, entsprechend den verschiedenen Ausgangsformen, gesondert weiter entwickelt.

Neben den Rankenpflanzen haben wir als besondere Gruppe die Windepflanzen zu unterscheiden, denen keine Reizbarkeit für Contact mit Stützen zukommt. Sie charakterisiren sich als Kletterpflanzen mit negativ geotropischen, vermöge der eigenartigen rotirenden Nutation schraubenförmig um aufrechte Stützen emporwachsenden Stengeln. Zu ihnen gehören auch die blattstielwindenden Farne.

Weniger reich an Vertretern wie diese beiden Gruppen ist dagegen die Gruppe der Wurzelkletterer, die nach Art unseres Epheus sich befestigen, und ihre Entwicklung wahrscheinlich aus kriechenden Bodenpflanzen genommen haben.

Als unterste Gruppe der Kletterpflanzen endlich fasse ich alle diejenigen zusammen, welche weder winden, noch ranken, noch wurzelklettern, sondern in dem Geäst der Stützpflanzen mit langgestreckten Stengeln in die Höhe gehen, indem sie mit abspreizenden Seitenzweigen oft unter Mitwirkung von Stacheln oder Dornen auf den sich darbietenden Stützen ohne active Befestigung ruhen. Hierher gehören unter anderen eine nicht unbeträchtliche Anzahl von Kettersträuchern der Tropen, zum Theil Formen, die gleichsam im Begriff stehen sich zu Lianen zu entwickeln, da sie ausserhalb des Waldes an offenen Stellen den buschigen Habitus gewöhnlicher Sträucher wieder annehmen. Zu dieser untersten Stufe oder Gruppe der Spreizklimmer rechne ich als höchste Formen auch die kletternden Palmen, bei denen wir bereits vorzügliche Anpassungen für lianenartige Lebensweise in der Ausbildung besonderer allerdings nicht reizbarer Kletterorgane, nämlich verdornte, rückwärts gerichtete Blattfiedern oder stachelbesetzte lange Flagellen antreffen, mit Hülfe deren die Langtriebe in wirksamster Weise in dem Geäst der Stützpflanzen angehakt werden. Zum Theil können die Spreizklimmer als phylogenetische Vorstufen für Winder und Ranker angesehen werden.

Diese Eintheilung der Lianen in 4 Hauptgruppen lässt sich recht gut überall durchführen. Freilich giebt es auch eine allerdings nicht sehr grosse Zahl von Lianen, bei denen zugleich mehrere der

genannten Modi des Kletterns zur Ausbildung gekommen sind. So giebt es Bignoniaceen, welche gleichzeitig Blattranken besitzen, mit ihrem Stengel zu winden vermögen und sogar späterhin ihre Langtriebe auch mittelst adventiver Haftwurzeln befestigen. In diesen und allen übrigen Fällen aber herrscht ein Modus als der ursprüngliche und wichtigste vor, so dass nach dem Hauptmodus die Zutheilung zu der einen oder andern Gruppe zu erfolgen hat. Im speciellen Theile habe ich auf diese Combinationen am Schlusse der Behandlung der einzelnen Gruppen jedesmal hingewiesen.

Darwin (p. 1) unterscheidet die Kletterpflanzen ebenfalls in 4 Classen, nämlich in Winder, Ranker, Hakenkletterer und Wurzelkletterer. Er sagt ferner (p. 140): „Ueberdies klettern oder krümmen, wie F. Müller bemerkt hat (Journ. Linn. Soc. Vol. IX p. 348), viele Pflanzen in Dickichten auf eine noch einfachere Art und Weise empor, ohne irgend welche specielle Hülfe, ausgenommen den Umstand, dass ihre Hauptsprosse meistens lang und biegsam sind.“ Diese Formen würden, wie auch seine Hakenklimmer, zu den Spreizklimmern zu rechnen sein. Von Hakenklimmern erwähnt er Galium aparine, Rubus australis, die kletternden Rosen, die kletternden Palmen, unterscheidet aber ganz richtig von denselben diejenigen windenden und rankenden Pflanzen, welche wie der Hopfen mit seinen Kletterhaaren, Smilax aspera mit ihren Stacheln u. a. mit ähnlichen das Klettern erleichternden Gebilden versehen sind und welche er den diesbezüglichen Gruppen der Winder und Ranker zuzählt.

Huth fasst dagegen den Begriff der Hakenklimmer weiter und rechnet hierher alle Lianen, auch windende und rankende, an denen irgend welche das Festhaften erleichternde oder bewirkende, stachel- oder dornartige Hakengebilde, die nun verschiedene morphologische Bedeutung haben können, zur Entwicklung kommen, einerlei ob diese Haken irritabel sind oder nicht. Obwohl seine Zusammenstellung aller dieser demselben biologischen Zweck dienenden Einrichtungen, die übrigens keineswegs sämmtlich als Anpassungen anzusehen sind, ein gewisses Interesse darbietet, so kann die Gruppe der Hakenklimmer in der Huth'schen Abgrenzung nicht bei einer Gesammt-Eintheilung der Kletterpflanzen aufrecht gehalten werden, weil sie ganz heterogene Formen umfasst, sondern die Hakenklimmer mit irritabeln Organen sind den Rankern zuzurechnen und auch die windenden auszuscheiden. Die übrig bleibenden gehören dann zu unserer Gruppe

der Spreizklimmer, welche wiederum in Untergruppen je nach verschiedenem Verhalten einzutheilen ist.

Eine Eintheilung der klimmenden Pflanzen finden wir ferner in Kerner's Pflanzenleben (I p. 631). Kerner unterscheidet 5 Erscheinungsweisen des klimmenden Stammes (stirps scandens) nämlich 1. den flechtenden Stamm (stirps plectens), 2. den gitterbildenden Stamm (stirps clathrans), 3. den windenden Stamm (stirps volubilis), 4. den rankenden Stamm (stirps cirrhosa), und 5. den kletternden Stamm (stirps radicans). Was zunächst die Klimmpflanzen mit flechtenden Stämmen anbelangt, zu denen Kerner unter anderen die Kletterrosen, Galium aparine, die Rotangs rechnet, so fallen dieselben zusammen mit meinen Spreizklimmern. Es dürfte sich nicht empfehlen, den Ausdruck flechtende Stämme, welcher für gewisse Formen angewendet werden kann, für die ganze Gruppe beizubehalten. Auch der Name Hakenkletterer beseitigt nicht die Schwierigkeit der gemeinsamen Bezeichnung für alle die verschiedenen hierher gehörigen Gewächse, da er nur für einen Theil der Gruppe passt und auch für die mit reizbaren Kletterhaken versehenen Lianen angewandt wird. Ich habe die Bezeichnung Spreizklimmer gewählt, weil sie am ehesten noch für das Verhalten der Mehrzahl angebracht erscheint. Die zweite Gruppe Kerner's, die gitterbildenden Klimmpflanzen kann ich nicht zu den eigentlichen Lianen rechnen. Hierher sollen gehören die tropischen Clusiaceen, welche gitterartiges Gesträuch auf den Stützbäumen bilden, ferner Rhamnus pumila, welche in den Voralpen steile Kalkfelsen mit ihrem Gitterwerk überkleidet. Die Clusiaceen aber sind Epiphyten, denn sie schliessen sich in ihrer Vegetationsweise enge an die baumwürgenden Ficus-Arten an und Rhamnus pumila mit seinen lichtscheuen, allen Unebenheiten des Gesteins folgenden, aber nicht mit Adventivwurzeln festgehefteten Aesten könnte man eher als niederliegenden, kriechenden Felsstrauch bezeichnen, als sie zu den Lianen rechnen. Es fehlen ihr die charakteristischen, nach oben wachsenden langgliedrigen Klettertriebe.

Endlich muss ich noch hervorheben, dass Kerner seiner 5. Gruppe ausser typischen Wurzelkletterern, wie Hedera helix, Tecoma radicans, auch die Baumwürger (Ficus, Wightia) zutheilt. Dieselben sind aber dieser Gruppe entschieden fremd, sie gehören den Epiphyten an. Auch ist die Darstellung Kerner's von der Ausbildung des Wurzelsystems dieser eigenthümlichen Gewächse nicht richtig (vgl. Cap. 3 unter Moraceen).

§ 3.

Erscheinungsweise der Lianen im brasilischen Wald.

Die Lianen sind für den brasilischen Wald formbestimmend durch ihr massenhaftes Auftreten, durch die Reichhaltigkeit an Arten, die den verschiedensten Familien angehören. Als besonders reich an Formen sind die Menispermaceen, Malpighiaceen, Sapindaceen, Leguminosen und Bignoniaceen vor allen zu erwähnen. Verhältnissmässig wenige Vertreter bleiben krautartig, so die in Waldesschatten sich aufhaltenden Dioscoreen und Cucurbitaceen. Die überwiegende Mehrzahl der im Walde vorhandenen Arten haben mehr- oder vieljährige Vegetationsdauer, besitzen holzige Stämme, die bei einzelnen Vertretern bedeutende Dicke, über 1 Fuss und mehr Durchmesser erlangen können, meist etwa Armdicke, zum Theil aber nicht viel über Fingerdicke erreichen. Im Allgemeinen kann man daher sagen, dass die Lianen im Vergleich zu den Waldbäumen und Waldsträuchern kein sehr hohes Alter erreichen. Unterwärts im Waldesschatten unter den Baumkronen, in denen sich die Laub- und Blüthenmassen ausbreiten, sind die Stämme der Lianen nackt, nur hier und da einen dem Haupttrieb sich gleich verhaltenden Seitenlangtrieb abgebend.[1]) Grössere Waldbäume, besonders die riesigen Feigenbäume oder Figueiren sind fast regelmässig behangen oder beklebt mit Lianen und tragen ausserdem auf ihren Aesten und am Schafte das gesellige Heer der mannigfaltigsten Epiphyten.

Je nach dem Modus des Kletterns ist die Erscheinungsweise der Lianen verschieden. Die Stämme der Wurzelkletterer findet man naturgemäss immer dicht angeschmiegt an den Stämmen der Waldbäume oder an Felswänden. In gleicher Weise verhalten sich manche Bignoniaceen mit Haftscheiben- oder Krallenranken, neben denen bei einigen dieser Arten auch adventive Haftwurzeln mit zur Befestigung beitragen. Auch die Stämme der Dalbergieen mit langen,

---

[1]) In der Regel stellen sich daher grosse Schwierigkeiten beim Einsammeln von Blüthen oder Blattzweigen entgegen. An älteren Exemplaren ist es meist unmöglich durch Herabzerren solche zu erlangen. Am ehesten gelingt es, an Waldrändern oder in Waldlichtungen, in denen die Lianen mit ihren Laubmassen tiefer hinabsteigen, Blätter und Blüthen zu erreichen, freilich stehen hier gleichzeitig meist nicht so dicke Stämme zur Verfügung, wie mitten im Walde. Aus dieser Schwierigkeit erklärt es sich, warum in den Sammlungen die Stammproben anomaler Lianen meistens ungenügend bestimmt sind. Ich habe von vielen Lianen weiter nichts als Stammproben einsammeln können, welche oft nur die Bestimmung der Familie oder der Gattungen gestatten.

seitlichen, mit Stipulardornen besetzten holzigen Zweigranken trifft man in der Regel nach Art der Wurzelkletterer dicht an grösseren Bäumen emporsteigend, deren Stämme von den langen Ranken umarmt werden. In den Baumkronen angelangt, breiten sich diese Klettersträucher dann buschig aus und treiben frei in die Luft ragende Laubsprosse.

Die Windepflanzen mit später dicken holzigen Stämmen versuchen ihre Kunst in der Regel nicht an dickeren Baustämmen, die sie nicht zu umfassen vermögen, sondern steigen an dünneren Stützen, oft an den zahlreich aus den Kronen herabhängenden, kaum fingerdicken Luftwurzeln epiphytischer Aroideen oder an anderen freien Lianenstämmen in die Höhe. Häufig sieht man die armdicken, meist tordirten Stämme der windenden Sträucher, wie der Malpighiaceen, Dilleniaceen, Plukenetien etc. vom Boden zu den Baumkronen frei durch die Luft emporgehend, eine auf den ersten Blick seltsame Erscheinung, denn ohne Stützen konnten die noch dünnen jungen Langtriebe sich nicht zu solch schwindelnder Höhe erheben. In vielen Fällen mögen solche Stämme in der Jugend eine später abgestorbene und abgelöste Luftwurzel umwunden haben, in anderen Fällen mögen sie zwischen dem Geäst von vergänglichen Waldsträuchern emporgestiegen, streckenweise auch frei durch die Luft von Stütze zu Stütze sich weiter emporgearbeitet haben. Durch das Gewicht der älteren holzigen Stämme werden diese auch häufig aus ihrer Umgebung nach einer Seite herausgerissen, wobei die Stützen absterben und beseitigt werden.

Aehnliche Vorgänge spielen sich zweifelsohne noch häufiger ab bei Rankenkletterern, wie Sapindaceen, Cissus, Bauhinia, deren nackte holzige Stämme immer frei in der Luft von den Kronen der Waldbäume zum Boden herabhängen und manchmal noch am Boden mit ihren unteren herabgerutschten Theilen in wirrem Durcheinander liegen. Oft genug brechen unter der Last der Lianenstämme oder bei stärkeren Winden Aeste der Stützbäume ab und dann gleiten die Lianenstämme ruckweise nach unten. Auch die zu den Spreizklimmern gehörigen Rotangpalmen zeigen diese letztere Erscheinung sehr häufig. Die Rankenpflanzen benutzen nur in der Jugend oder in den ersten Jahren die Ranken zum Emporklimmen und zur Befestigung der Langtriebe. Später brechen die absterbenden Kletterorgane von den Stützen los und dann hängen die Stämme gleich nackten Tauen von den Kronen herab.

Die Spreizklimmer bilden zum Theil förmliche Dickichte im Wald, wie z. B. Celtis australis, die kletternden Bambusen, die Cyperacee Scleria reflexa. Auch bei hierher gehörigen Kettersträuchern findet man die Erscheinung, dass ältere Stämme frei durch die Luft zu den Baumkronen aufsteigen.

Je älter ein Kletterstrauch im Walde wird, desto mehr breiten sich seine Laubmassen auf der Krone des Stützbaumes aus. Die weiterwachsenden Langtriebe finden auf ihr schliesslich keine Stütze mehr und hängen nun im Bogen herab oder gehen auf benachbarte Bäume über. So kommt es vor, dass dicke tauartige Stämme von einem Baum aus sich nach benachbarten im Bogen hinziehen, was ich besonders häufig bei Bauhinien beobachtet habe, oder dass sie selbst wieder zum Boden herabsinken und an benachbarten Bäumen nun wieder in die Höhe steigen. Durch die zahlreichen Lianentaue werden die Baumkronen oft so miteinander verkettet, dass das Fällen der Bäume mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist.

Treten wir aus dem Walde heraus, so begegnen uns auf den Waldlichtungen, den sog. Roças, oder in der Capoeira, d. h. dem Nachwuchs, der sich an gelichteten Waldstellen einstellt, oder an sonnigen, buschig bewaldeten steilen Abhängen manche Waldlianen wieder, aber in der Form niederliegender Büsche. Der Standort ist nicht günstig für die Entwicklung langer nackter Lianenstämme, es findet eine buschige Verzweigung statt. Unter den Spreizklimmern giebt es sogar einige auf niederer Stufe des Kletterns stehende, welche ausserhalb des Waldes Sträucher von gewöhnlichem Verhalten bilden, während sie im Walde selbst langaufsteigende nackte Stämme erzeugen. Das Licht und die umgebende Vegetation hat einen grossen Einfluss auf die äussere Form, den Habitus dieser Klettersträucher.

§ 4.

Gemeinsame biologische Eigenthümlichkeiten der Lianen.

Der Vortheil, den die kletternde Lebensweise für eine Pflanze mit sich bringt, besteht darin, mit möglichst wenig Aufwand an Material rasch zum Lichte im Kampf mit den übrigen Gewächsen einer dichten Vegetation emporzugelangen, und alle besonderen Eigenthümlichkeiten in der Lebensgeschichte der Lianen lassen sich auf diesen Hauptzweck zurückführen. Einige wichtige Momente, die im speciellen Theil ausführlichere Behandlung erfahren, sollen hier kurz hervorgehoben werden.

In der Keimungsgeschichte der Lianen sind im Gegensatz zu den Epiphyten und Parasiten im Allgemeinen keine Abweichungen von dem Verhalten der normal wachsenden Bodenkräuter oder Sträucher zu erkennen. Es verdient gerade hervorgehoben zu werden, dass die besonderen Einrichtungen, die das Emporklettern vermitteln, wie das Winden und die Rankenbildungen, in der ersten Entwicklung der jungen Pflanzen in der Regel sich noch nicht bemerkbar machen. Was zunächst die Winder anbelangt, so sind die ersten Internodien der Keimpflanzen oder der aus unterirdischen oder oberirdischen Achsen entspringenden Langsprosse in der Regel noch nicht befähigt zu winden; die jungen noch kurzen Sprosse vermögen sich während ihrer ersten Entwicklung selbst zu tragen. Gleiches gilt für die Ranken, die bei der überwiegenden Mehrzahl der mit ihnen versehenen Lianen erst von einem gewissen Stadium an zur regelrechten Entwicklung kommen. Anfangs gleichen somit diese Kletterpflanzen mehr oder weniger noch ihren aufrecht wachsenden nächsten Verwandten. Was die Wurzelkletterer anbelangt, so ist über deren erstes Verhalten nur wenig bekannt. Sie scheinen aber sehr frühzeitig mit ihren Achsen zu kriechender oder kletternder Lebensweise überzugehen.

Ist die junge Kletterpflanze hinlänglich erstarkt, dann beginnt ein rasches Wachsthum des oder der Hauptstengel, die Internodien dieser Langtriebe strecken sich zu grosser Länge, die Triebe schiessen rasch oft viele Meter in die Höhe, ohne Zweige abzugeben oder nur hie und da einen Langtrieb mit gleichem Verhalten entsendend. Finden sie keine Stütze zum Umwinden oder zur Befestigung mit ihren Ranken, Haftwurzeln oder spreizenden Seitenästen oder Kletterhaken, so neigen sie über, sinken schliesslich zu Boden, wachsen dann weiter, bis sie eine Stütze gefunden haben. Im Walde selbst haben die Lianen natürlich wegen der zahlreich vorhandenen Stützen die beste Gelegenheit, ihre Langtriebe in die Höhe zu bringen. Eine Liane entfaltet sich erst dann zur kräftigen Vegetation, wenn sie ihren schwanken Stengel befestigen kann.

An den Langtrieben ist fast allgemein ein Vorauseilen des Auftretens der specifischen Klettervorrichtungen vor der Blattentfaltung zu constatiren. Bei den Bauhinien tragen die viele Meter langen kletternden Sprosse anfangs noch keine entwickelten Blätter, sondern nur die seitlichen Ranken, und erst später entfalten sich die Blätter, sei es am Hauptstengel oder an den Seitenzweigen. Auch an tropischen Smilax-Arten habe ich ein bedeutendes Vorauseilen der

Ranken vor der Blattentfaltung beobachtet. Die Langtriebe mancher tropischen Lianen entwickeln an ihren Knoten überhaupt keine Laubblätter mehr, sondern erzeugen nur schuppenförmige Niederblätter, während die Laubblätter erst später an seitlichen Kurzzweigen herauskommen. Hierher gehört auch die Erscheinung, dass blattstielwindende Farne an den oft viele Meter langen, aus den Rhizomen hervorsprossenden windenden Blattspindeln die Fiederblättchen erst austreiben, nachdem die Spindeln ihre spätere Länge in raschem Wachsthum erreicht haben.

Bei anderen Rankern und Windern ist der Langtrieb nicht auf solch weite Strecken mit noch in der Knospe befindlichen Blättern besetzt, aber stets lässt sich im Vergleich zu anderen Pflanzen das Vorauseilen der Internodiumstreckung bemerken, stets überragen die Ranken am Gipfel weit die Blattanlagen. Der Zweck dieser Erscheinung ist leicht einzusehen und in der Erleichterung einer frühzeitigen Befestigung der schwanken Langtriebe zu suchen, welche in ihrem Emporwachsen zwischen anderen Pflanzen nicht von abstehenden Blättern gehindert werden dürfen.

Die emporgewachsenen Langtriebe bleiben im Waldesschatten meist ganz unverzweigt, erzeugen höchstens gleichgestaltete Seitenlangtriebe, oder wenn sich seitliche Kurzzweige bilden, sind dieselben nur von wenigjähriger Dauer, denn man trifft im Wald in der Regel die älteren Lianenstämme ganz zweiglos in der unteren Parthie an. So erwähnt auch Blume (Rumphia I p. 67), dass die Stämme von Strychnos Tiente, in der unteren Parthie oft 80 bis 120 Fuss lang ohne jegliche Verzweigung seien. Das Gleiche gilt auch für die meisten brasilischen Waldlianen.

Eine reichliche Verzweigung der Klettersträucher tritt erst ein, wenn die Baumkronen, oder freie Luft und Licht erreicht sind. Häufig bemerkt man eine Differenzirung in zweierlei Sprosse, in langgestreckte Klettersprosse und in kurze nicht kletternde Laub- oder Blüthensprosse. So erzeugen manche windende Sträucher an den Langtrieben dicht beblätterte Kurztriebe oder blüthentragende Seitensprosse, welche nicht winden.

Bei den Wurzelkletterern ist die Differenzirung in dem Stützbaum angeklebten Langtrieben und frei in die Luft ragenden, wurzellosen Laub- bezw. Blüthensprossen meist sehr ausgeprägt und auch von verschiedenartiger Ausbildung der Blattspreiten begleitet.

Bei den Rankenpflanzen kommen in dieser Hinsicht manche Verschiedenheiten vor. Bei Sapindaceen zum Beispiel sind die

Blüthenzweige normal ebenfalls mit Ranken versehen, die sich hier auch aus Inflorescenzstielen gebildet haben, bei anderen Ranken aber entbehren die Blüthenzweige der Ranken, so bei den Bignoniaceen, bei denen die unter den Inflorescenzen stehenden Blätter statt der Ranken die Fiederspreiten ausbilden. Bei Bignoniaceen können auch rankenlose Blatt-Kurztriebe auftreten.

Für die kletternden Langtriebe ist die bedeutende Länge der Internodien charakteristisch, die sich in ähnlicher Weise auch an nicht kletternden Pflanzen bei Lichtmangel als Etiolirungserscheinung einstellt. Obwohl nun auch bei den Kletterpflanzen die Lichtintensität mehr oder weniger von Einfluss ist auf das Ausmass der Internodienstreckung, so ist doch bei diesen Gewächsen die bedeutende Längsstreckung der Internodien zu einer innewohnenden constant auftretenden Eigenschaft geworden.

Die überwiegende Mehrzahl der Waldlianen schreitet erst zur Blüthenbildung, wenn die Baumkronen erreicht sind und genügendes Licht zur Verfügung steht. Diese Erscheinung entspricht den Lebensgewohnheiten der Insecten, deren grosse Masse die Sonne aufsucht und somit auf den blüthentragenden Kronen sich umhertummelt. Nur einige wenige Lianen erzeugen ähnlich wie gewisse stammblüthige Bäume der Tropen im tiefen Waldesschatten ihre Blüthen, so einige Menispermaceen, deren blattlose Blüthenähren aus altem Holz entspringen und die jedenfalls an die Bestäubung durch Schatten liebende Insecten angepasst sind.

Bezüglich der Verbreitungsmittel der Früchte und Samen sind keine Besonderheiten anzugeben, die in Beziehung zu der kletternden Lebensweise stehen.

Eine auffallende Uebereinstimmung zeigen viele kletternde Pflanzen, vor allem die Winder und auch einige Ranker, nicht aber die Spreizkletterer unter sich in Bezug auf die äussere Form der Laubblätter. Es sind einige wenige Blattformen, durch nierenförmige, herzförmige oder pfeilförmig gestaltete Blattbasis ausgezeichnet, welche vielfach wiederkehren. Bei diesen Blättern ist die Spreite im untern Theile am breitesten und der Stiel in der Einbuchtung des Unterrandes inserirt. Die Hauptadern entspringen von der Stielinsertion meist fingerartig. Die Blattspreiten ferner sind meist schräg nach unten an den abstehenden Stielen gestellt. Die Uebereinstimmung in den Blattformen der windenden Pflanzen aus ganz verschiedenen Familien (Dioscoreen, Menispermaceen, Aristolochiaceen, Convolvulaceen, Basella) ist oft so täuschend, dass man auf

den Gedanken kommen muss, es sei die herzförmige Gestalt die zweckmässigste für die Winder. Worin nun diese Beziehung beruht, muss ich dahin gestellt lassen.

Während bei Epiphyten die Bildung frei herabhängender, in den Boden eindringender Nährwurzeln häufiger beobachtet werden kann, ist sie bei den Lianen eine relativ seltene Erscheinung. Normal kommen sie bei gewissen tropischen, wurzelkletternden Aroideen und bei Cissus-Arten vor. In Rio sah ich einen zur Bekleidung von Lauben benutzten, aus dem Innern Brasiliens stammenden Cissus, welcher aus seinen Trieben zahlreiche vom Laubendach herabhangende dünne, mehrere Meter lange Luftwurzeln getrieben hatte, die am natürtichen Standort ohne Zweifel in den Boden eindringen werden. Treub (Ann. Buitenzorg III p. 176) erwähnt Luftwurzelbildung von Vitis pubiflora var. papillosa. Manche Cissus-Arten, vielleicht die meisten der mit saftigen, weichen Stämmen versehenen, treiben Luftwurzeln nach unten in den Boden, wenn der Stamm verletzt wird. So beobachtete ich bei Blumenau in Südbrasilien eine Cissus-Liane (C. sulcicaulis), die in Mannshöhe mit dem Messer durchschlagen war und nun dicht am Rande der Schnittfläche zahlreiche Luftwurzeln nach unten in den Boden gesandt hatte, welche zum Theil bereits mehrere Centimeter Dicke erlangt hatten und so die Liane vor dem Absterben bewahrten. Diese Art erzeugt aber auch ganz normal, ohne Verletzung des Stammes sehr lange Luftwurzeln. Ebenso verhält sich Cissus pterophora Baker; ein Exemplar im Bonner Garten erzeugt ganz regelmässig aus jedem Knoten eine oder mehrere lange zum Boden gehende Luftwurzeln.

Luftwurzelbildung sah ich ferner auch an einer bei Blumenau auftretenden Micania (nach Taubert's Bestimmung M. scandens Willd. forma), aus deren holzigem, schräg aufsteigenden Stamme bis über 3 Meter lange, dünne, grünliche adventive Luftwurzeln hervorkamen, an jedem Internodium eine, welche zum Boden senkrecht hinabgingen, und in demselben sich auch verzweigten und dann auch grössere Dicke erlangten. Diese Luftwurzeln glichen ganz denen der epiphytischen Aroideen und zeigten auch wie diese Verzweigung, wenn ihre Spitze in der Luft verletzt war. Auch eine Asclepiadee oder Apocynee in der Umgebung Blumenaus bildet Luftwurzeln.

Nach Gamble (p. 4) und Brandis (p. 9) sendet die ostindische Menispermacee Tinospora cordifolia Miers lange fadenförmige Wurzeln von den Zweigen herab.

Levy erwähnt (Bull. soc. bot. France 1869 p. 279), eine Bignoniacee aus Nicaragua, die nach dem Durchschlagen des Stammes Luftwurzeln trieb.

Endlich sind hier noch gewisse krautige Cucurbitaceen zu erwähnen, welche sich durch Luftwurzelbildung auszeichnen, wenigstens, wenn sie in feuchten Gewächshäusern gezogen werden. So verhält sich Momordica Charantia L., die im Bonner Victoria regia Haus lange Wurzeln aus den Knoten in das Wasserbassin treibt und im Wasser nun eine ausserordentlich reiche Verzweigung derselben eintreten lässt. Ebenso verhält sich nach Jost[1]) auch Luffa amara (nicht aber L. cylindrica).

Ein grosser Theil der Lianenstämme zeichnet sich aus durch Saftreichthum, starke Entwicklung der lebendigen parenchymatischen Elemente im Holzkörper, worauf im anatomischen Theil noch besonders hingewiesen werden soll. Derartige Stämme besitzen dementsprechend eine grosse Lebenszähigkeit und bleiben lange lebendig, wenn sie abgeschnitten werden.

Auf die Phylogenie der Kletterpflanzen sei hier nicht näher eingegangen; ich werde bei Behandlung der einzelnen Gruppen dieselben zu erörtern versuchen. Als Ausgangsformen können sehr verschiedene Gewächsformen gedient haben, für die Wurzelkletterer kriechende wurzelnde Bodenpflanzen, für die Winder aufrechte Kräuter oder Sträucher oder auch niederliegende langstengelige Kräuter, für die Ranker u. a. vielleicht spreizklimmende Formen, welch' letztere am wenigsten von Pflanzen mit gewöhnlichem Habitus sich entfernen.

§ 5.

Beziehungen der Kletterpflanzen zu den Epiphyten, Parasiten und Saprophyten.

In den immergrünen tropischen Wäldern treten die Lianen und mit ihnen in noch höherem Grade die Epiphyten als wichtige Vegetationsformen auf. Die einen sowohl wie die anderen bedienen sich der Bäume und Sträucher als Stützen und daher steht zu erwarten, dass sich Beziehungen zwischen ihnen nachweisen lassen, die in der That ganz besonders zwischen einer Gruppe der Lianen, den Wurzelkletterern und den Epiphyten bestehen. Man kann sich leicht vorstellen, wie ein wurzelkletterndes oder ein kriechendes Gewächs zu

[1]) L. Jost: Beitr. z. Kenntn. der Athmungsorgane der Pflanzen. Bot. Ztg. 1887, p. 637.

einem epiphytischen werden kann. Wenn der emporkriechende Stamm von unten abstirbt und gleichzeitig unter günstigen klimatischen Bedingungen, also bei hohem Feuchtigkeitsgehalt der Luft, ferner auf starkrissiger, moosiger und humusbedeckter Baumrinde die Adventivwurzeln ihrer Function der Wasser- und Nährsalzaufnahme genügen können, so ist der erste Uebergang zum Epiphytismus gegeben, der sich nun immer weiter in specifischen Anpassungen an die neue Lebensweise ausprägen kann. Entscheidend ist aber für den Uebergang zu dieser Lebensweise, worauf Schimper [1]) mit Recht hinweist, dass die Früchte und Samen solcher Pflanzen der Verbreitung auf Bäumen günstige Eigenschaften besitzen.

In der That giebt es eine grössere Anzahl von Epiphyten, welche als wurzelkletternde zu bezeichnen sind, oder welche kriechende Lebensweise führen und diesen Weg der Entwicklung wohl zurückgelegt haben, so z. B. viele Farne, einige Orchideen, viele Araceen, Carludovica, Peperomia, Gesneraceen, Cactaceen. Unter den Araceen und Cyclanthaceen begegnen uns sogar Mittelformen zwischen Wurzelkletterern und Epiphyten.

Die nahe Beziehung zwischen beiden Vegetationsformen äussert sich auch darin, dass die meisten Familien, welche Wurzelkletterer enthalten, auch gleichzeitig epiphytische Formen zur Ausbildung gebracht haben.

Im Uebrigen sind mir aber unter den Epiphyten keine Formen bekannt, welche ihren Ursprung auf Kletterpflanzen zurückführen liessen. Vielleicht leiten sich die epiphytischen, tropisch asiatischen Dischidien und Conchophyllum von windenden Formen ab, die aber zunächst wie Hoya zum Wurzelklettern übergingen. Rankende Epiphyten giebt es keine. Bei einigen epiphytischen Bromeliaceen, nämlich bei Tillandsia circinalis [2]) und der sich ähnlich verhaltenden T. myosuroides, beide in Argentinien einheimisch, finden wir Klettervorrichtungen, indem die Blattspitzen wie bei Gloriosa sich um Stützen spiralig rollen und so die etwas gestreckten Stämmchen in passender Lage befestigen, doch sind solche Formen nicht als kletternde zu bezeichnen und leiten sich auch nicht von solchen ab.

Unter den Parasiten begegnen uns einige Formen, die mit den Windepflanzen in näherer Beziehung stehen und sich von Windern mit normaler Ernährungsweise ableiten dürften. So die Cassytha-

---

[1]) Schimper, Die epiphytische Vegetation Amerikas. Jena 1888 p. 23.
[2]) Abbildung bei Schimper l. c. Tafel V.

Arten, welche zwar blattlos sind, aber mit ihren grünen Stengeln noch zu assimiliren vermögen. Cassytha americana z. B. überzieht mit ihren dünnen grünen schlingenden, vielfach verzweigten Fäden die zahlreichen Wirthspflanzen, Gräser, Kräuter, Sträucher, und senkt ihre morphologisch Adventivwurzeln homologen Haustorien in deren Gewebe. Ganz ebenso verhalten sich die Cuscuta-Arten, die zu den blattlosen chlorophylllosen Holoparasiten gehören.

Von welcher biologischen Stammform die zahlreichen parasitischen Loranthaceen ihren Ursprung genommen haben, lässt sich nicht mehr mit Sicherheit erkennen. Manche Loranthaceen besitzen oberflächlich oder in der Rinde der Nährpflanzen verlaufende stolonenartige Wurzeln, von denen die Haustorien in den Holzkörper abgehen; an beliebigen Stellen dieser Wurzeln können neue Sprosse erzeugt und auf diese Weise eine Baumkrone ganz mit dem Parasiten bedeckt werden. Obwohl solche Formen etwas an die Wurzelkletterer erinnern, ist es fraglich, ob sie aus solchen hervorgegangen sind, da sie auch sekundär von nicht mit kriechenden Wurzeln versehenen parasitischen Sträuchern sich ableiten konnten. Unter den Loranthaceen giebt es endlich auch einige Formen, nämlich Arten von Phthirusa, von Struthanthus, wie z. B. Struth. Schenckii Engler in Sa. Catharina, welche ausser den ausläuferartigen Wurzeln auch windende Seitenzweige entwickeln, diese mittelst Haustorienwurzeln an der Wirthspflanze befestigen und an ihnen neue Büsche erzeugen. Das Winden der Seitenzweige kann aber ebenfalls secundär hinzugetreten sein, ohne dass man derartige parasitische Sträucher auf Windepflanzen zurückzuführen hätte.

Was endlich die Saprophyten anbelangt, so giebt es unter denselben nur eine Orchidaceen-Gattung, Galeola, verwandt mit Vanilla, deren Arten klettern. G. altissima Rchb. fil. (Java, Borneo) treibt aus einem unterirdischen Rhizom blassröthliche kletternde Stämme von 15—40 m Länge mit reichlicher Verzweigung; jeder Knoten trägt ein Schuppenblatt und eine adventive zum Klettern dienende Luftwurzel.[1]) Wie Johow[2]) wohl richtig bemerkt, dürften nicht allein die Bodenwurzeln, sondern auch die in die Rindenspalten eingesenkten Haftwurzeln sich an der Ernährung betheiligen.

---

[1]) Abbild. in Rumphia I Tafel 70 und 200 B.
[2]) Johow: Die chlorophyllfreien Humusbewohner; Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. XX 1889 p. 489.

§ 6.

Systematische Uebersicht der Lianen-Gattungen.

Infolge der oft unzulänglichen Angaben der Florenwerke über die besondere Lebensweise der einzelnen Arten ist es unmöglich, eine vollständige systematische Aufzählung aller Lianen mit Bezeichnung des Modus jetzt schon aufzustellen. Die nachfolgende Liste, die zunächst auf Bentham und Hooker, Genera plantarum, auf Durand, Index generum phanerogamorum, und auf Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, basirt ist und zu welcher ich alle mir verfügbaren Notizen aus der Litteratur, aus Herbarien, aus Mittheilungen Anderer und aus eigener Erfahrung benutzt habe, darf daher nur als ein erster Versuch zu einer solchen Aufstellung aufgefasst werden, wird aber immerhin genügen, um einige bemerkenswerthe Thatsachen betreffs der Vertheilung der Lianen und der Klettermodi festzustellen; auch wird sie von einigem Nutzen sein für die Beurtheilung des Auftretens der im anatomischen Theil behandelten Structuranomalien der Stämme. Bei den Gattungen ohne genauere Bezeichnung des Modus des Kletterns liess sich derselbe aus den vorhandenen Angaben nicht ermitteln, denn mit den meist üblichen Bezeichnungen der Floren: frutex s. herba scandens lässt sich nichts anfangen. Im Einzelnen werden manche Angaben verbesserungsbedürftig sein, wie ja auch die erste Aufzählung der Winde- und Cirrenpflanzen von Palm (p. 12) in seiner 1827 erschienenen Arbeit nur vorübergehenden Werth besass.

In der Liste sind die lianenfreien Familien mit 0 bezeichnet, bei den lianenhaltigen habe ich die Anzahl der Genera zur ungefähren Beurtheilung der Zahlenverhältnisse angegeben, bei den Gattungen die Gesammtzahl der Arten incl. nicht kletternde und in kurzer Weise die geographische Verbreitung. Der Vollständigkeit und des Vergleichs halber habe ich in die Liste auch vielfach epiphytische Gewächse aufgenommen, die häufig in den Angaben der Floren von Lianen nicht mit Sicherheit unterschieden werden.

Pteridophyta.[1])

Equisetaceae 1 gen.

Equisetum (20 sp.). E. giganteum L. (= E. scandens Remy, Trop. Am.). Stengel aufrecht oder halbkletternd, meist 6 – 8 Fuss, aber bis 40 Fuss Länge erreichend.

---

[1]) Nach Hooker und Baker angeordnet.

Lycopodiaceae 4 gen.

Lycopodium (94 sp.). L. volubile Forst. (Mal. Arch., Polynes.) Mit hochkletterndem Stengel, dessen Aeste abspreizen.

Selaginellaceae 2 gen.

Selaginella (334 sp.). Spreizklimmer sind S. scandens Spring. (Trop. W. Afr.), S. Willdenowii Bak. (Trop. As.) bis 20 Fuss lang, S. exaltata Spring. (Trop. Am.) bis 60 Fuss lang.

Rhizocarpaceae 4 gen. — 0 —

Filices 75 gen.

Gleichenia (23 sp.). Verschiedene Arten haben spreizklimmende di- oder trichotomisch getheilte grosse Wedel, so G. dichotoma Willd. (Trop. u. Subtrop.)

Hymenophyllum (71, meist trop.). Die meisten trop. Arten epiphytisch und manche zugleich mit kriechenden oder wurzelkl. Stämmchen.

Trichomanes (78, meist trop.). Viele trop. Arten sind epiphytisch, mit kriechenden Achsen.

Davallia (79, meist trop.). Spreizkletternde flexuos verzweigte Wedel haben D. uncinella Kunze, D. aculeata Sw., D. fumarioides Sw., alle in Westindien, D. ferruginea Desv. auf Madagascar. Weitkriechende kletternde Rhizome dagegen D. hymenophylloides Baker (Java, Neu-Caled.) und D. repens Desv. (Trop. As., Maurit., Polynes.).

Adiantum (62). Klett. Wedelstiele von mehreren Fuss Länge haben A. digitatum Presl. u. A. Feei Moore (beide Trop. Am.).

Lindsaya (48). L. scandens Hk. (Malay. Arch.) mit kräftigen weitkriechenden klett. Rhizomen.

Blechnum (18). B. volubile Kaulf. (Trop. Am.). Wedel hochkletternd, windend, doppelgefiedert. Zu dieser Art dürfte auch die Lomaria volubilis Hk. (Rio Negro) gehören.

Asplenium (280). Zahlreiche Arten sind epiphytisch mit gestauchten oder kriechenden Rhizomen.

Scolopendrium (9). S. Durvillei Bory (Ualan). Rhizom dick, kletternd.

Aspidium (55). A. ascendens Hew. (Jamaica). Rhizom hochklett. A. abbreviatum Schrad. fand ich in der Prov. Rio als wurzelklett. Farn mit fingerdicken Rhizomen.

Nephrolepis (7). Enthält meist epiphyt. Arten. N. altescandens Bak. (Juan Fernandez.) hat dünnes hochkriechendes Rhizom.

Oleandra (6). O. musaefolia Kunze (Ceylon, Malay. Ins.) und O. articulata Cav. (Trop. Afr.) haben lange kletternde Rhizome.

Polypodium (389). Zahlr. Epiphyten mit gestauchten oder kriechenden Rhizomen. P. quercifolium L. (Trop. As.) wurzelkletternd epiphytisch.

Gymnogramme (84). G. flexuosa Desv. (Nicaragua bis Peru.) Wedel langgestielt, zickzackartig verzweigt, spreizklimmend.

Vittaria (9). Zahlreiche Arten epiphytisch.

Acrostichum (132). Zahlr. Arten epiphytisch. A. (Polybotrya H.B. K.) Wilkesianum HK. (Gesellschaftsins. u. Neu-Caled.), pubens Baker (Brasil., Peru), acuminatum Hk. (Brasil.), caudatum Hk. (Mexiko—Brasil.), osmundaceum Hk. (Cuba—Brasil.), canaliculatum Hk. (Vene-

zuela), Lechlerianum Hk. (Peru, Ecuador) sind sämmtlich wurzelkletternd mit dicken Rhizomen.

Ebenso verhalten sich die zum Subg. Stenochlaena gehörigen Arten A. scandens J. Sm. (Trop. As., Queensland, Fidji), A. decrescens Bak. (Trop. W.-Afr.), A. sorbifolium L. (weit verbreitet, mit bis 40 Fuss langem dicken Rhizom), A. tenuifolium Bak. (Mascarenen, Natal).

A. sorbifolium fand ich bei Blumenau. Das lange wurzelkletternde Rhizom steigt an kleinen Bäumen spiralig auf, an dicken kriecht es gerade empor.

Platycerium (5). Epiphyten.

Lygodium (16, Trop.). Wedelstiel windend. L. articulatum (Neuseeland) erreicht eine Länge des windenden Blattstieles von 50—100 Fuss. (Nach Hooker.)

Gymnospermae.

Cycadaceae 0
Coniferae 0
Gnetaceae 3 gen.

Ephedra (28. Wärmere gemässigte Zonen). Einige Arten sind halbkletternde, andere kletternde Sträucher, zur Gruppe der Spreizklimmer zu rechnen, z. B. E. altissima Desf. (Nord-Afrika).

Gnetum (15. Trop.) Meistens Klettersträucher, mit schlingenden Stengeln, zum Theil wohl auch nur Spreizklimmer.

Monocotyleae.[1]

Liliaceae 205 gen.

Smilaceae 3 gen.

Smilax (ca. 200, meist trop.). Rankende Str., 2 Ranken an der Basis des Blattstiels, aus der Blattscheide entspringend.

Heterosmilax (5, Trop. As., China, Japan), desgl.

Rhipogonum (5, Austr., Neuseeland). Klett. Str. ohne Ranken. Scheint zu winden.

Asparageae 4 gen.

Asparagus (ca. 110, trop. u. temp. alte Welt), z. Th. hochkletternde Cladodiensträucher, Spreizklimmer oder mit windenden Langtrieben.

Semele (1, Canaren) androgyna Kunth. Windender Strauch mit Phyllocladien, in den Lorbeerwaldungen.

Luzuriageae 6 gen.

Geitonoplesium (2, Austr., N.-Caled., Pac.-Ins.). Reich verzweigte windende Str.

Eustrephus (1, Austr.). Mit dünnem, reich verzweigtem flexuosen hochkl. Stengel, also Spreizkl.

Behnia (1, S.-Afr.). Stengel verzweigt, aufsteigend klett.

Lapageria (1, Chili). Hochklett. Str. Windend.

---

[1]) Nach Bentham u. Hooker; Engler u. Prantl; Durand etc.

Herrerieae 1 gen.

Herreria (3, S.-Brasil., Uruguay). Windende Stengel mit büschelig beblätterten kurzen Seitenzweigen, so H. salsaparilla Mart.

Eriosperminae 3 gen.

Bowiea volubilis Haw. (Cap.). Stengel blattlos, hoch windend, die unteren Zweige reich verzweigt, verworren, die oberen, Blüthen tragenden wenig verzweigt, lang herabhängend.

Tulipeae 6 gen.

Fritillaria (40, N. Hemisph.). Einige Arten befestigen sich mit rankenden Blattspitzen, so Fr. cirrhosa, verticillata, ruthenica.

Uvularieae 8 gen.

Gloriosa (3, Trop. As. Afr.). Blattspitzenranker.

Littonia (2, Natal, Angola). Blattspitzenranker.

Amaryllidaceae 63 gen.

Alstroemerieae 4 gen.

Alstroemeria (40—50, Calid. S.-Am.), z. Th. Arten mit aufsteigenden klett. Stengeln, die sich mittelst abstehender Seitenäste befestigen; vielleicht auch Winder.

Bomarea (über 50, S.-Am., Mexico). Bei den meisten der Stengel klett. oder wind. Bei einer südbrasilischen Art bildet der junge Stengel eine weite, frei aufsteigende Spirale.

Velloziaceae 0

Taccaceae 0

Haemodoraceae 0

Iridaceae 0

Bromeliaceae 0

Viele epiphytisch.

Stemonaceae 3 gen.

Stemona (=Roxburghia), (4—5, Trop. As. u. Austr.). Stengel hochkl., windend, z. B. St. gloriosoides, Indien.

Dioscoreaceae 9 gen.

Die meisten mit unterirdischem knollenfg. Rhizom und dünnen hochklett. wind. Stengeln. Nur 1 Gattung mit Ranken.

Dioscorea (ca. 150, Calid.). Windend.

Testudinaria (2, S.-Afr.), z. B. T. elephantipes Burch. Rhizomknolle von 3 m Umfang, krautige windende Stengel entsendend.

Rajania (6, Westind.). Windend.

Tamus (1 Canaren, 1 Mittel- u. S.-Europ., Med.). Windend.

Stenomeris (2, Philippinen). Klett.

Oncus (1, Cochinchina). Klett. Str.

Petermannia cirrhosa F. v. Müller (Austr.), klett., verzweigter, dorniger Str., Blüthenstand bisweilen in eine verzweigte Ranke umgewandelt.

Pontederiaceae 0

Philydraceae 0

Commelinaceae 26 gen.

Streptolirion volubile Edgew. (Himalaya), mit hochklett. wind. St.

Dichorisandra (28, trop. Am.). Einzelne Arten wie D. Aubletiana Röm. et Schult. sind Spreizkl., erreichen aber keine bedeutende Höhe.

Campelia (8, trop. Am.). C. scandens (Hasskarl Flora 1865 p. 101) in Peru, soll mit verzweigtem Stengel klettern.

Rapateaceae 0

Eriocaulaceae 0

Xyridaceae 0

Mayacaceae 0

Flagellariaceae 3 gen.

Flagellaria indica L. (trop. As. u. Afr.). Hochkl., Blattspitzenranker.

Restiaceae 0

Centrolepidaceae 0

Palmae 129 gen.

Raphieae 4 gen.

Oncocalamus (1, W.-Afr.). Kletterpalme, Rhachis zu einem Flagellum verlängert.

Ancistrophyllum (3, W.-Afr.). Desgl.

Eremospatha (3, W.-Afr.). Desgl.

Calameae 8 gen.

Korthalsia (19, Malay. Arch., N.-Guinea). Kletterpalmen. Blätter mit langen Flagellen.

Ceratolobus (2, Malay. Arch.). Desgl.

Plectocomia (6, trop. As.). Desgl.

Calamus (incl. Daemonorops, 200, trop. As., Afr., Austr.). Ein Theil der kl. Arten mit langen Flagellen an den Blattenden, der andere hat Flagellen von Caulomnatur, aus Inflorescenzaxen hervorgegangen.

Morenieae 8 gen.

Chamaedorea (ca. 60, Am.). Ch. desmoncoides H. Wendl. (Neu-Granada.) Kletterpalme ohne Stacheln oder Dornen, ohne Flagellen, nur mit rückwärts gerichteten Fiederblättern.

Bactrideae 5 gen.

Desmoncus (22, trop. Am.). Kletterpalmen. Blattrhachis am Ende verlängert, mit rückwärts gerichteten, als Kletterhaken dienenden, starken, dornartig umgewandelten Segmenten.

Pandanaceae 2 gen.

Freycinetia (ca. 30, Malay. Arch., trop. Austr., Pacif.-Ins., N.-Seeland). Meist reich verzweigte, vielfach klett. Str. Die Stengel treiben Adventivwurzeln, die die klett. Triebe an den Stützbäumen befestigen.

Cyclanthaceae 6 gen.

Carludovica (34, trop. Am.), z. Th. langklett. Lianen mit nahe dem Sprossende stehenden Blättern und adventiven Haftwurzeln. Uebergang zu epiphytischer Lebensweise durch Absterben des Stammes von unten.

Evodianthus (2, trop. Am.). Wurzelkl.

Stelestylis (1, Brasil.). Desgl.?

Sarcinanthus (1, Costa Rica) Wurzelkl.

Ludovia (2, trop. Am.). Desgl.

Araceae 105 gen.

Viele tropische Araceen sind baumbewohnende Epiphyten, zum Theil mit kurzen Achsen und Blattrosetten, zum Theil mit langen kletternden Stämmen. Die Adventivwurzeln zeigen häufig die Differenzirung in Haft- und Nährwurzeln. Alle Uebergänge zu solchen Epiphyten von im Boden wurzelnden Wurzelkletterern. Im Einzelnen sind Beobachtungen über das Verhalten der verschiedenen Arten noch sehr erwünscht.

Pothoideae 11 gen.

Pothos (30, trop. As., 1 Madag.). Hochgehende Wurzelkl. Str.
Pothoidium (1, Philippinen, Java). Desgl.
Anadendron (4, Malay. Arch.). Kl. Str.
Heteropsis (3, Brasil.). Wurzelkl.
Anthurium (200, trop. Am.), z. Th. echte Epiphyten mit Blattrosetten oder mit langen wurzelklett. Stengeln.
Culcasia (2, trop. Afr.). Kl. Str.

Monsteroideae 11 gen.

Anepsias (1, Venezuela). Kl. Str.
Rhodospatha (1, trop. S.-Am.), „
Rhaphidophora (20, trop. As.). Kl. Str.
Monstera (15, trop. Am.). Wurzelkl. nnd Epiphyten.
Epipremnum (8, Malay. Arch.). Kl. Str.
Scindapsus (10, Malay. Arch.). „
Cuscuaria (1, Java, Amboina). „

Lasioideae 19 gen.

Cercestis (3, trop. W.-Afr.). Klett.
Rhektophyllum (1, trop. W.-Afr.). Klett.

Philodendroideae 19 gen.

Philodendron (über 100, trop. Am.), z. Th. klett. Str., z. Th. echte Epiphyten.
Thaumatophyllum (1, Brasil.). Klett.

Colocasioideae 13 gen.

Porphyrospatha (2, Central-Am.). Klett.
Syngonium (10, trop. Am.). Klett.

Lemnaceae 0

Juncaceae 0

Cyperaceae 66 gen.

Sclerieae 6 gen.

Scleria (ca. 100, trop., subtrop.). Einige Arten klettern mit ihren dünnen, reich verzweigten Halmen hoch in dem Unterholz und befestigen sich mit Kletterhaaren. So Scl. reflexa in Brasilien.

Gramineae 315 gen.

Paniceae 22 gen.

Panicum (300, Calid., Temp.). P. divaricatum klettert mit abspreizenden Seitenästen, aber nicht sehr hoch.

Bambuseae 23 gen.

Arthrostylidium (12, trop. Am.), z. Th. Kletterstr.
Athroostachys capitata Benth. (Brasil.). Kletterstr.

Merostachys (9, Brasil., Paraguay, Peru), z. Th. Kletterstr.
Chusquea (35, Am.), z. Th. Kletterstr.
Bambusa (46, trop. As., trop. Am. (sect. Guadua), trop. Afr. 1 Art), z. Th. Kletterstr., einige mit verdornten Kurzästen, die das Klettern unterstützen.
Dinochloa (1, Malay. Arch.). Sehr hochkl. Bambuse.

Musaceae 0
Zingiberaceae 0
Cannaceae 0
Marantaceae 0
Orchidaceae 410 gen.

Epidendreae 89 gen.

Epidendrum (420, Calid. Am.). E. radicans soll nach Pfitzer hochklett. sympodiale Stämme besitzen.

Vanilleae 5 gen.

Vanilla (20, Trop.). Hochkl. Str., z. Th. auch epiphytisch, mit Luftwurzeln, an jedem Knoten eine. V. planifolia (Mexico), V. aphylla ohne Bl. (Java), V. albida (Java).
Galeola (6, Malay. Arch., Malacca, Austr.). Laubblattlose Saprophyten, zugleich Wurzelklettrer. G. altissima Rchl. fil.

Burmanniaceae 0
Triuridaceae 0
Alismaceae 0
Butomaceae 0
Juncaginaceae 0
Hydrocharitaceae 0
Potamogetonaceae 0
Aponogetonaceae 0
Najadaceae 0

Chalazogamae.

Casuarinaceae 0

Dicotyleae.

Cupuliferae 0
Juglandaceae 0
Myricaceae 0
Salicaceae 0
Lacistemaceae 0
Leitneriaceae 0
Piperaceae 11 gen.

Piper (über 650, Calid.). Manche sind Wurzelkletterer, besonders unter den tropisch asiatischen Arten. In Brasilien Piper fluminense.
Chavica (5, Mal. Arch.). Wurzelklett. Str.

Chloranthaceae 0
Moraceae 55 gen.

Moroideae 24 gen.

Malaisia scandens K. Sch. (von Java bis Neu-Caled.). Klett.

Artocarpoideae 23 gen.

Ficus (600, trop., subtr.). Viele Arten sind epiphytische Bäume, eine grössere Anzahl sind wurzelkletternde Sträucher. Typus: Ficus stipulata (=F. pumila).

Cudrania (2—3, trop. As. u. Austr., Neu-Caled.), z. Th. Klett. Str.

Conocephaloideae 6 gen.

Coussapoa (ca. 15, trop. S.-Am.), z. Th. auf Bäumen klett., epiphyt. Sträucher bezw. Bäume, z. B. Coussapoa Schottii in Brasilien.

Conocephalus (ca. 10, O.-Ind., Malay. Arch.). Klett. Str.; C. suaveolens u. a., nach Schimper's Mittheilung Wurzelkletterer.

Cannaboideae 2 gen.

Humulus (2, temp. n. Hemisp.). Windende Stauden. H. lupulus und japonicus, beide mit Kletterhaaren.

Urticaceae 41 gen.

Procrideae 6 gen.

Procris (ca. 5, trop. gerontog.), z. Th. epiphytische Halbstr. u. Str.

Boehmerieae 17 gen.

Pouzolzia (35, trop. gerontog.). P. indica, Kr. mit aufsteigenden in Hecken klett. Stengeln.

Pipturus (8, Ocean. Inseln von Mascarenen bis Austr.). Einige sind kl. Str.

Debregeasia (5, Abessin., trop. As.), z. Th. klett.

Balanopseae 0

Ulmaceae 13 gen.

Celtis (ca 50, Temp. u. Trop.). C. brasiliensis, dorniger Spreizklimmer.

Polygonaceae 30 gen.

Eupolygoneae 7 gen.

Polygonum (ca. 150, fast überall). Einige Arten windend, so P. convolvulus, P. dumetorum, P. molle (Indien) ein hochkl. windender Str.

Coccolobeae 5 gen.

Muehlenbeckia (ca. 15, Austr., Neu-Seeland, Pacif.-Ins., S.-Am.). Viele sind windende Str. oder Halbstr.

Coccoloba (ca. 80, trop. Am., Mexico, Florida). Einige sind klett. Str., Spreizkl.

Antigonum (3—4, Mexico, Centr.-Am.). Hochkl. Halbstr. Ranken aus Inflorescenzaxen hervorgegangen.

Brunnichia (2, N.-Am., trop. Afr.). Klett. Str., Ranken aus Inflorescenzaxen hervorgegangen.

Batideae 0

Chenopodiaceae 83 gen.

Chenopodieae 12 gen.

Hablitzia tamoides (Caucasus). Hochklett. Kr. mit rankenden Blattstielen und Inflorescenzaxen.

Eubaselleae 3 gen.

Basella (1, trop. As., Afr.). Windendes, sehr verzweigtes succul. Kr.

Tournonia (1, Neu-Granada). Wind. Kr.

Ullucus (1, Anden). Niederlieg. od wind. Kr.

Boussingaultieae 2 gen.

Boussingaultia (ca. 10, trop. Am.). Wind. Kr.

Anredera (1, subtrop. Am.). Wind. Kr.

Amarantaceae 50 gen.

Celosieae 5 gen.

Deeringia (5—6, trop. As., Afr., Austr.), z. Th. klett. Kr. oder Halbstr., z. B. D. baccata (Indien).

Celosia (ca. 35, trop. As., Afr., Am.). Einige sind kl. Kr., Halbstr., oder Str.

Amaranteae 31 gen.

Chamissoa (6—8, trop. Am.), z. Th. klett. Kr.

Aerua (ca. 10, Calid. As., Afr.), z. Th. klett. Kr. oder Str., z. B. Aerua scandens Wall. (Indien), hochkl. Liane.

Stilbanthus (1, Himalaya). Hochkl. baumartiges Gewächs.

Gomphreneae 14 gen.

Hebanthe (20, trop. Am.), z. Th. klett. Kr. oder Halbstr. oder Str., so H. holosericea Mart. (Brasil.). Spreizklimmender Str.

Phytolaccaceae 21 gen.

Rivineae 10 gen.

Villamilla (4—5, trop. Am.), z. Th. halbkl. Str., z. B. V. octandra, ob windend?

Ledenbergia seguierioides (trop. Am.), wind. Halbstr.

Seguieria (8—10, trop. Am.), z. Th. klett. Str. mit Stipulardornen, Spreizkl.

Euphytolacceae 4 gen.

Phytolacca (ca. 10, trop. u. subtrop.), z. Th. klett. Str. od. Kr., z. B. Ph. abyssinica (Abess., Madag., Cap) u. Ph. stricta (Cap).

Ercilia volubilis (Peru, Chili). Wind. Halbstr.

Genus anomalum.

Agdestis (1, Mexico, Guatem.) clematidea. Wind. Kr.

Nyctaginaceae 25 gen.

Mirabilieae 16 gen.

Bougainvillea (7—8, trop. u. subtrop. S.-Am.). Einige sind klett. Str., so B. spectabilis (Brasilien) bedornter Spreizkl.

Pisonieae 9 gen.

Pisonia (ca. 60, Trop.). Einige sind klett. Str. P. aculeata (Trop.), dorniger halbkl. Str., ebenso nach Schimper's Mittheilung P. Wehningii.

Neea (ca. 30, S.-Am.). Einige sind klett. Str.

Leucastereae 3 gen.

Leucaster caniflorus (Brasil.). Halbkl. Str., schwach windend.

Cryptocarpus (2, trop. Am., Mexico), eine Art halbkletternd.

Caryophyllaceae 37 gen.

Cucubalus baccifer (Europa, As.). Spreizklimmendes Kraut.

Aizoaceae 0

Portulacaceae 0

Lauraceae 42 gen.

Perseae.

Ocotea (über 200, trop., subtrop., Am., 1 Canaren. 1 S.-Afr., einige Mascar.). Nach Mez (Laur. american. Berlin 1889, p. 497) sind klett. O. declinata u. O. debilis, windender Str. ist O. Tarapotana, halbkl. O. Boissieriana.

Cassytheae.

Cassytha (über 15, trop. Am., As., Afr., Austr.). Windende Parasit.

Monimiaceae 23 gen.

Palmeria (3, Austr., Neu-Guinea). Kl. Str.

Myristicaceae 0

Magnoliaceae 13 gen.

Schizandreae 2 gen.

Schizandra (Sphaerostemma, 6—7, As., N.-Am.). Wind. Str.

Kadsura (ca. 7, trop. As.). Wind. Str.

Calycanthaceae o

Anonaceae 61 gen.

Uvarieae 13 gen.

Tetrapetalum volubile Miq. (Borneo). Windestr.

Uvaria (ca. 60, trop. Afr., As., Austr.). Meist kl. Str. — Einige Arten zeigen nach Schimper nur Andeutungen von Zweigklettern, andere sind typische Zweigkletterer. U. rufa ein Ranker mit irritabeln Kletterhaken.

Ellipeia (8, Malay. Arch.). z. Th. klett. Str. Modus?

Unoneae 16 gen.

Artabotrys (ca. 20, trop. As. u. Afr.). Kl. Str. mit irritabeln Kletterhaken, so A. suaveolens, intermedia, Blumei auf Java.

Unona (ca. 40, trop. Afr., As., Austr.), z. Th. klett. Str. Einige Arten scheinen Zweigkletterer zu sein, andere nur Spreizklimmer.

Mitrephoreae 13 gen.

Rauwenhoffia (2, trop. As.). Kl. Str.

Oxymitra (ca. 18, trop. As., Afr.). Kl. Str., so O. cuneiformis nach Schimper Spreizkl.

Phaeanthus (6, Malay. Arch.). Einige kl. Str.

Xylopieae 8 gen.

Melodorum (ca. 24, trop. As., Afr., Austr.). Meistens klett. Str.

Miliuseae 11 gen.

Clathrospermum (4, trop. Afr.). Kl. Str.

Ranunculaceae 27 gen.

Anemoneae 9 gen.

Clematis (ca. 170, temp., trop.). Die meisten Arten sind Blattstielranker. Bei C. zeylanica (Sbg. Naravelia) und einigen Arten aus der Gruppe Viorna sind die vorderen Fiederbl. unterdrückt u. somit echte Blattranken entwickelt. Bei C. aphylla Ktze. (Neu-Seeland) das ganze Bl. zur Ranke ausgebildet.

Helleboreae 15 gen.

Aconitum (ca. 60, temp. N. Hem.). A. volubile Pall. (Sibirien, Ostasien, N.-Am.), A. uncinatum und A. reclinatum (in N.-Am.) mit dünnen halbkl. flexuosen oder schwach windend. Stengeln.

Berberidaceae 0

Lardizabalaceae 7 gen.

Lardizabala (2, Chile). Schlingstr.
Boquila (1, Chile). Desgl.
Parvatia (1, Ostind.). Desgl.
Stauntonia (2, China, Japan). Desgl.
Holboellia (2, Himalaya). Desgl. H. latifolia, dickstämmige Liane.
Akebia (2, China, Japan). Schlingstr. A. quinata bei uns als Zierstr.

Menispermaceae 56 gen.

Ueberwiegend in den Tropen. Die grössere Mehrzahl der Gattungen windend. Nur wenige bilden aufrechte Sträucher oder Stauden, Cocculus laurifolius ein Baum.

Bei Tinospora crispa Miers (Malay. Arch.) wird das Festhalten des Stammes durch grosse Lenticellen unterstützt.

Nymphaeaceae 0

Ceratophyllaceae 0

Papaveraceae 28 gen.

Fumarieae 7 gen. Blattklimmer und Uebergang zu typischen Blattranken.
Dicentra (ca. 15, N.-Am., Central-, N.- u. O.-As.). 4 Arten des Himalaya (z. B. D. thalictrifolia Hook. u. Th.). Kr. mit Blattranken.
Adlumia cirrhosa Raff. (N.-Am.). Blattrankendes Kr.
Corydalis (ca. 100, Eur., As., extratrop. Afr., N.-Am.), z. Th. klett. Kr. mit rankenden Bl. C. claviculata DC. (Europa).
Fumaria (ca. 40, Eur., C.-Asien, extratrop. Afr.), z. Th. blattrankende Kr.

Cruciferae 185 gen.

Thlaspideae 16 gen.
Cremolobus (8, Anden von Peru, N.-Granada, Columbien) soll nach Bentham u. Hooker z. Th. Formen mit verlängerten halbkl. Stengeln besitzen.

Tovariaceae 0

Capparidaceae 31 gen.

Capparidoideae 18 gen.
Capparis (ca. 135, Calid. u. Trop.). Viele Arten sind Kletterstr., wohl sämmtlich Spreizklimmer wie C. lineata (Brasilien). C. xylophylla klettert nach Schimper mit Hülfe von kurzen krummen Stipulardornen, die nur an den Langtrieben vorhanden sind.
Ritchiea (2—3, trop. Afr.), z. Th. klett. Str.
Roydsioideae 3 gen.
Roydsia (4, Indien). Kl. Str. ohne Dornen.

Resedacea 0

Violaceae 24 gen.

Violeae 8 gen.
Corynostylis (=Calyptrion. 3, trop. Am.). Kl. Str. Schwache Winder.
Anchietea (3, Brasil.). Desgl.

Droseraceae 0

Moringaceae 0

Sarraceniaceae 0

Nepenthaceae 1 gen.

Nepenthes (ca. 40, trop. geront.). Meist kletternd, mit rankenden Blattstielen.

Cistaceae 0

Canellaceae 0

Bixaceae 0

Hypericaceae 0

Frankeniaceae 0

Elatinaceae 0

Tamaricaceae 0

Ternstroemiaceae 41 gen.

Marcgravieae 5 gen.

Marcgravia (ca. 15, trop. Am.). Meist wurzelkletternde Sträucher, vielleicht auch einige Arten Epiphyten.

Norantea (15, trop. Am.). Epiphytische Sträucher oder Bäume, z. B. N. brasiliensis Choisy.

Ruyschia (2, trop. Am.). Epiphytische Str.

Souroubea (4. trop. Am.). Epiphyt. Str. oder Bäume.

Saurаujeae 3 gen.

Actinidia (8, Himal., China, Japan). Die meisten Arten windend.

Gordonieae 10 gen.

Stuartia (6, N.-Am., Jap.). Japanische Arten sind schlingende Str. nach Rein.

Dilleniaceae 18 gen.

Die klett. Arten dürften grösstentheils (wenn nicht sämmtlich?) windende Stengel besitzen. Bei vielen dienen rückwärts gerichtete Haare zum besseren Festhalten des Stengels.

Delimeae 7 gen.

Davilla (ca. 14, trop. Am.). Viele sind Winder.

Pinzona (2, trop. Am.). Klett. Str.

Curatella (2, trop. Am.). 1 Art kl. Str.

Doliocarpus (ca. 18, trop. Am.). Meist kl. Str.

Delima (1, trop. As.). Kl. Str.

Tetracera (ca. 36, trop.) Meist kl. Str. Windend.

Dillenieae 5 gen.

Schumacheria (3, Ceylon). Kl. Str. mit rigiden hin- und hergebogenen Zweigen, ob Spreizkl.?

Hibbertieae 6 gen.

Hibbertia (ca. 80, Australasien, 2 Mascarenen). Einige sind windend.

Clusiaceae 26 gen.

Clusia (ca. 65, Calid. Am.). Viele Arten sind epiphyt. Bäume mit Luftwurzeln.

Renggeria (1 – 2, trop. Am.). Epiphyt. Bäume.

Rengifa (3, trop. Am.). Epiphyt. Str.?

Quiina (17, trop. Am.). Qu. macrostachys Tul. (Amazon.) ist kl. Str.

Ochnaceae 0

Dipterocarpaceae 15 gen.

Ancistrocladus (11, trop. As., Afr.). Kl. Str. mit irritabeln Kletterhaken.

Chlaenaceae 0

Tremandreae 0

Pittosporeae 9 gen.

Marianthus (14, Austr.). Wind. Halbstr.
Billardiera (ca. 10, Austr.). „ „
Pronaya (3, Austr.). „ „
Sollya (2, Austr.). „ „
Cheiranthera (3, Austr.). „ Str. u. Halbstr.

Tiliaceae 35 gen.

Grewia (ca. 80, calid. gerontog.). Nach Schimper sind einige Arten mehr weniger lianenartig, wahrscheinlich nur Spreizkl.

Plagiopteron (1, Ostind.). Kletterstr.

Sterculiaceae 49 gen.

Büttneria (ca. 55, trop. Afr., As., Am.), z. Th. klett. Str. B. australis (Brasil.) ist dorniger Sreizkl. B. pilosa (Ind.) nach Schimper schlingend.

Malvaceae 0

Bombaceae 20 gen.

Ceiba (9, Trop.). C. Rivieri K. Sch. ist epiphyt. Baum nach Art der Baumwürger.

Geraniaceae 0

Tropaeolaceae 1 gen.

Tropaeolum (ca. 35, S.-Am.). Meist kl. Kr. mit rankenden Blattstielen.

Limnanthaceae 0

Oxalidaceae 7 gen.

Oxalis (220, meist in S.-Afr., trop. u. subtrop. Am.). Einige klettern, so O. scandens H.B.K. (Peru).

Dapania (2 Arten, Malay. Arch.). D. scandens Stapf. Klett. Baum.

Linaceae 9 gen.

Hugonieae 2 gen.

Hugonia (11, trop. As., Afr., Austr., Neu-Caled.), z. Th. kl. Str. mit irritabeln Kletterhaken.

Roucheria (4, Guiana), z. Th. kl. Str. Ob auch mit Kletterhaken?

Ixonantheae 6 gen.

Durandea pallida K. Schum. auf Neu-Guinea ein schling. Str.

Balsaminaceae 0

Humiriaceae 0

Rutaceae 101 gen.

Toddalieae 12 gen.

Toddalia (2, trop. u. subtrop. As. Afr. Austr.). T. micracantha nach Solms Laubach kl. Str. mit starken Korkstacheln an d. Stämmen, die das Festhalten erleichtern, ebenso T. aculeata Pers. nach Gamble.

Aurantieae 15 gen.

Luvunga (ca. 4, trop. As.). Kl. Str. mit irritabeln Kletterhaken.

Paramignya (ca. 4, trop. Ind.). Meist kl. Str. mit irritabeln Kletterhaken.

Zygophyllaceae 0

Meliaceae 37 gen.

M e l i e a e 9 gen.

Cipadessa (6, Madag., Ostind., Java, Borneo). C. subscandens Miq. nach Schimper lianenartig, aber besondere Klettervorrichtungen fehlen, also wohl Spreizkl.

T r i c h i l i e a e 19 gen.

Beddomea (1, Nilgherries). Halbkl. Str.

Simurubaceae 0

Burseraceae 0

Anacardiaceae 56 gen.

S p o n d i e a e 48 gen.

Rhus (ca. 118, Calid.). Rhus Toxicodendron L. (N.-Am., Japan). Wurzelkl.

Tapirira (8—10, meist S-.Am., wenige Afr., As.). Einige sind halbkl. Str.

Coriarieae o

Sabiaceae 4 gen.

Sabia (ca. 12, trop. u. temp. As.), z. Th. kl. Str., z. B. S. paniculata, campanulata, leptandra, parvifolia i. Ostindien scheinen Spreizkl. zu sein.

Chailletiaceae 0

Olacaceae 26 gen.

Erythropalum (3, trop. As.). Kl. Str. mit axilen Fadenranken, z. B. E. scandens Bl.

Olax (ca. 30, trop. gerontog.). Einige Arten sind kl. Str. mit reizbaren Dornhaken, z. B. O. scandens.

Opilia (ca. 5, trop. gerontog.). Halbkl. Str.

Cansjera (3—4, trop. As., Austr.). Kl., bisweilen dornige Str., so C. Rheedii Gmel.

Cardiopteris javanica (trop. As.), windendes Kr.

Combretopsis pentaptera K. Sch. (Neu-Guinea.) Mit Ranken axiler Natur. Kl. Str.

? Lophopyxis Hook. fil. (= Treubia 2, Malacca, Ceram). Kl. Str. Zu dieser Gattung nach Boerlage auch Combretopsis pentaptera.

Icacinaceae 26 gen.

Desmostachys (2, trop. Afr.). Kl. Str.

Icacina (5, trop. Afr.). Str. mit aufsteigenden oder windenden hochkl. Zweigen.

Villaresia (14, S.-Am., trop. As., Austr.), z. Th. hochkl. Str. Windend ist V. scandens.

Phytocreneae 11 gen.

Phytocrene (8, trop. As., Afr.). Hochkl. wind. Str.

Miquelia (5, trop. As.). Desgl.

Sarcostigma (3—4, trop. As., Afr.). Desgl.

Polyporandra (1, Neu-Guinea). Desgl.

Natsiatum (1—2, N. Ostindien). Wind. Str., z. B. N. herpeticum Ham.

Pyrenacantha (6, trop. As, Afr.). P. scandens (S.-Afr.) ist wind. Str., ebenso P. volubilis Hook. (Ceylon).

Jodes (6, trop. As., Afr.). Kl. Str., J. tomentella u. ovalis mit Ranken axiler Natur.

Sapindaceae 122 gen.

Paullinieae 5 gen.

Urvillea (10, trop. Am.). Kl. Str. mit Caulomranken.
Serjania (155, calid. Am.). Kl. Str. mit Caulomranken.
Cardiospermum (10, Calid.). Kl. Kr. oder Halbstr. mit Caulomranken.
Paullinia (125, trop. Am., 1 W.-Afr.). Kl. Str. mit Caulomranken.
Thinouia (10, trop. S.-Am.). Kl. Str. mit Caulomranken.

Sapindeae 7 gen.

Sapindus (ca. 40, Calid.) Einige Arten halbkl. Str.

Hippocastanaceae 0

Aceraceae 0

Melianthaceae 0

Staphyleaceae 0

Malpighiaceae 55 gen.

In den Tropen sehr verbreitet, besonders im trop. Am. Zum grossen Theil windende Kittersträucher.

Die wichtigsten Lianengenera des trop. Am. sind: Mascagnia, Tetrapteris, Mezia, Gaudichaudia, Banisteria, Peixotoa, Heteropteris, Stigmatophyllon, Schwannia, Janusia, Thryallis, Dicella.

Die wichtigsten gerontogäischen Lianengenera sind: Aspidopteris, Tristellateia, Hiptage, Ryssopteris.

Erythroxylaceae 0

Polygalaceae 17 gen.

Comesperma (25, Austr.), z. Th. windend.
Bredemeyera (ca. 17, trop. Am.). Meist kl. Str., Zweigklimmer (ob alle?).
Securidaca (ca. 30, calid. Am., trop. Afr., As.). Meist kl. Str., Zweigklimmer.
Moutabea (5, trop. Am.). M. guyanensis kl. Str.

Vochysiaceae 7 gen.

Trigonia (ca. 25, trop. Am.). Meist kl. Str. Schwach windend.

Cyrilleae 0

Celastraceae 39 gen.

Evonymus (ca. 45, As., Eur., N.-Am., Austr.). Einige Arten sind kl. Str., z. B. E. radicans Sbd. (Japan), nach Rein Wurzelkletterer, E. echinatus (Himalaya) nach Schimper epiphyt. Str.

Celastrus (ca. 18, As., N.-Am., Austr., Madag.). Meist kl. Str. C. scandens (N.-Am.), windende, dickstämmige Liane. Ebenso die ostindischen C. paniculata Willd., C. stylosa Wall., die japanische C. articulata.

Gymnosporia (55, calid. Afr., As., Austr.). Nach Schimper klettert Catha (=Gymn.) emarginata, eine buschige Liane mit starken Dornen. Wohl zu den bedornten Spreizkl. zu rechnen.

Hippocrateaceae 5 gen.

Die kl. Formen scheinen sämmtlich Zweigklimmer zu sein.

Hippocratea (ca. 70, Trop.). Viele sind kl. Str. und zwar Zweigklimmer, sowohl amerik. als asiat. Arten.

Salacia (ca. 80, Trop.). Desgl.

Stackhousieae 0

Aquifoliaceae.

Ilex spicata (Himalaya), epiphyt. Str.

Vitaceae 3 gen.

Vitis (incl. Cissus, Ampelopsis etc.), (230, meist trop., subtrop.). Kl. Str. mit Caulomranken. Gewisse Cissus-Arten mit Luftwurzeln.

Pterisanthes (11, trop. As.). Kl. Str. mit Caulomranken.

Rhamnaceae 40 gen.

Ventilagineae 2 gen.

Ventilago (ca. 10, trop. Afr., As., Am., Austr., Pacif.-Ins.). Kl. Str. V. calyculata (Indien) nach Brandis hochkl. Strauch mit verholzten Ranken. V. maderaspatana (Ind.), hochkl. Str.

Smythea (4, Fidji, trop. As.). Halbkl. Str.

Zizypheae 9 gen.

Zizyphus (ca. 65, Trop.). Z. oenoplia Mill. (O.-Indien). Kl. Str. mit Stipulardornen, dorniger Spreizkl., als Heckenstrauch benutzt.

Berchemia (ca. 12, calid. As., Afr., N.-Am., Austr.), z. Th. hochkl. Str. B. floribunda (Indien). Nach Schimper echter Zweigkl. mit rankenden Zweigen, ist mir fraglich. B. volubilis (Virginien u. südwärts). Wind. Str.

Rhamneae 19 gen.

Colubrina (ca. 10, trop. Am., N.-Am., 1 trop. gerontog.). C. nepalensis nach Schimper buschig mit sehr langen Zweigen, ohne besondere Klettervorrichtungen.

Sageretia (ca. 12, As., N.-Am.). S. parviflora Miq. nach Schimper dornige Liane, ohne besondere Klettervorrichtungen.

Lasiodiscus (1, W.-Afr.). Halbkl. Str. mit dünnen Zweigen.

Gouanieae 4 gen.

Gouania (ca. 30, Trop.). Meist hochkl. Str. mit Caulomranken.

Helinus (3, Afr., Ostind.). Klett. Str. mit Caulomranken.

Reissekia (1, Brasilien). Desgl.

Euphorbiaceae 212 gen.

Phyllantheae 49 gen.

Phyllanthus (ca. 480, Calid.). Ph. reticulatus (Poir.), nach Schimper lianenartig, klettert nach Brandis in Indien auf die höchsten Bäume. Scheint nur Spreizkl. zu sein.

Briedelieae 4 gen.

Briedelia (ca. 30, trop. Afr., As., Austr., Neu-Caled.). Br. stipularis Bl. (Afr., Ostind., Java, Philippinen) mehr weniger kl. Str. mit herabhängenden Zweigen, scheint Spreizkl. zu sein.

Crotoneae 4 gen.

Croton (5—600, Calid.). C. denticulatus u. ochraceus nach Schimper mit langen ziemlich lianenartigen Stämmen. Wohl Spreizkl. C. caudatus (Ostind.) nach Gamble ein klett. Str.

Acalypheae 69 gen.

Manniophyton (3, trop. Afr.). Kl. Str.

Cnesmone (1, Ostind., Malay. Arch.) javanica. Hochkl. Str.

Platygyne (1, Kuba) hexandra. Kl. Str. Windend.
Tragia (ca. 50, Calid.). Meist wind. Kr. oder Halbstr.
Sphaerostylis (1, Madag.). Kl. Str.
Plukenetia (incl. Fragariopsis, 12, Calid.). Wind. Str. oder Halbstr.
Dalechampia (ca. 60, Trop.). Wind. Str. oder Halbstr.

Hippomaneae 24 gen.

Omphalea (10, trop. Am., 1 Madag.). Meist wind. Str.
Mabea (16, trop. Am.), z. Th. hochkl. Str.

Callitrichaceae 0

Buxaceae 0

Empetraceae 0

Umbelliferae 179 gen.

Hydrocotyleae 9 gen.

Siebera (14, Austr.). 1 Art windend.

Seselineae 53 gen.

Angelica (ca. 30, N. Hemisph., Neu-Seeland). 2 neuseel. Arten haben spreizkl. Stengel, A. rosaefolia Hook. halbkl., ferner A. geniculata Hook. fil. mit sparriger Verästelung.

Araliaceae 51 gen.

Pentapanax (5, Ostind.), z. Th. hochkl. Str., z. B. P. subcordatum und racemosum (beide in Ostind.).
Heptapleurum (50—60, trop. As., Afr., Pacif.-Ins., Austr.). H. venulosum u. a. nach Schimper wurzelkletternd.
Hedera (2, temp. u. calid. N. Hemisph., Austr.). Hochkl. Wurzelkletterer.
Tupidanthus (1, Khasia). Hochkl. Str.

Die Aral. enthalten auch epiphytische Str. oder Bäume, z. B. Sciadophyllum-Arten, Oreopanax capitatum Desc. et Pl. (Brasil.) etc.

Cornaceae 16 gen.

Grieselinia (8, Neu-Seeland, Chili, Brasil.), z. Th. kl. Str.? oder epiphyt. Str.?

Crassulaceae 0

Saxifragaceae 66 gen.

Hydrangeae 9 gen.

Hydrangea (ca. 33, As., Am.). Einige sind kl. Str. H. petiolaris (Japan) Wurzelkletterer, ebenso H. altissima (Himalaya), H. scandens Poepp. kl. Strauch im südchilenischen Wald.
Schizophragma hydrangeoides S. et Zucc. (Japan). Wurzelkletterer.
Decumaria (2, N.-Am., China). Kl. Str. Spreizkl.

Escallonieae 21 gen.

Roussea (1, Maurit.). Kl. Str.

Ribesieae 1 gen.

Ribes glaciale (Himal.). Epiphyt. Str.

Cunoniaceae (21 gen.).

Aphanopetalum (2, Austr.). Wind. Str.

Hamamelidaceae 0

Bruniaceae 0

Platanaceae 0

Podostemaceae 0

Cactaceae 15 gen.

Echinocacteae 11 gen.

Cereus (220, Am.), z. Th. wurzelkl. Arten, z. B. C. nycticalus. Einige epiphyt.

Phyllocactus (ca. 13, Am.). Epiphyt. Str., keine Kl.

Epiphyllum (3, Brasil.). Epiphyt. Str., keine Kl.

Opuntieae 4 gen.

Rhipsalis (ca. 30, Am.). Epiphyt.

Peireskia (ca. 13, trop. Am.). Einige sind kl. Str., bedornte Spreizkl.

Samydaceae 0

Passifloraceae 28 gen.

Passifloreae 13 gen.

Passiflora (ca. 175, meist Am., As., Austr.). Meist kl. Kr. oder Str. mit Caulomranken.

Tacsonia (ca. 25, trop. Am.). Klett. Str. mit Ranken.

Deidamia (5, Madagascar). Kl. Str. mit Ranken.

Dilkea (2, Brasil.). Kl. Str. ohne Ranken.

Crossostemma (1, trop. Afr.). Kl. Str. mit Ranken.

Tryphostemma (8, Afr.), z. Th. kl. mit Ranken.

Modecceae 5 gen.

Adenia (= Modecca 23, trop. As., Afr., Austr.). Kl. Kr. oder Str. mit Caulomranken.

Ophiocaulon (ca. 5, trop. Afr.). Hochkl. Str. mit Ranken.

Acharieae 3 gen.

Ceratiosicyos (1, S.-Afr.). Ohne Ranken, windendes hochkl. Kr.

Turneraceae 0

Loasaceae 13 gen.

Gronovia (1, Am.). Kl. Kr.

Klaprothia (1, Am.). Windendes Kr.

Loasa (ca. 50, trop. Am.), z. Th. wind. Kr. Dagegen L. tricolor Lind. ein sparriges, vielästiges, nicht wind. Kraut, nach Art von Galium aparine kletternd.

Blumenbachia (= Cajophora, ca. 12, Am.), z. Th. wind. Kr.

Grammatocarpus (= Scyphanthus 1, Chile). Wind. Kr.

Datiscaceae 0

Begoniaceae 3 gen.

Begonia (ca. 420, trop. Am., As., trop. und subtrop. Afr., Pacif.-Ins.). Einige amerikanische Arten sind wurzelkl. Str. oder Kr.

Cucurbitaceae 86 gen.

Nur sehr wenige Vertreter haben nicht klett. Stengel, z. B. Machadoa, Acanthosicyos, Melancium, Dendrosicyos. Die überwiegende Mehrzahl sind krautige oder halbstrauchige seltener strauchige Ranker. Die eigentlichen Ranken sind Phyllome, der Rankenstiel eine dieselben tragende Axe.

Onagraceae 23 gen.

Fuchsia (ca. 50, Am.). Einige wenige sind kl. Str., zu den Spreizklimmern gehörig. Fuchsia minimiflora (S.-Mexiko) Epiph. Str.

Halorrhagidaceae 0

Combretaceae 18 gen.

Combreteae 15 gen.

Calycopteris (1—2, Ost-Ind.). Klett. Str. C. floribunda Lam. mit starken Stämmen.

Combretum (ca. 140, trop. As., Afr., Am.). Viele sind kl. Str., windend.

Thiloa (5, Brasil.). Wind. Str.

Cacoucia (5, trop. Am., Afr.). Kl. Str.

Quisqualis (3—4, trop. As., Afr.). Kl. Str., windend.

Gyrocarpeae 3 gen.

Illigera (ca. 7, trop. As., Afr.). Kl. Str.

Sparattanthelium (3—4, trop. Am.), z. Th. kl. Str.

Rhizophoraceae 0

Lythraceae 0

Melastomaceae 133 gen.

Tibouchineae 20 gen.

Tibouchine (174, trop. Am.). Einige Arten kl. Str.

Merianieae 11 gen.

Adelobotrys (10, trop. Am.). Kl. Str. oder Epiphyt.?

Oxysporeae 13 gen.

Oxyspora (4, trop. As.), z. Th. halbkl. Str.

Kendrickia (1, Ceylon). Hochkl. epiphyt. Strauch.

Allomorphia (6, trop. As., China, Fidschi-Ins., N.-Guin.). All. cordifolia Cogn., Neu-Guinea, ist kl. Str. nach Schumann.

Dissochaeteae 12 gen.

Dicellandra (2, trop. W.-Afr.). Epiphyt. Str.

Dalenia (1, Borneo). Wurzelkl., ob Epiphyt.?

Marumnia (11, trop. As.), z. Th. wurzelklett. Str., ob Epiphyten?

Dissochaete (19, trop. As.), z. Th. wurzelkl. Str., so D. sagittata nach Schimper.

Anplectrum (17, trop. As.). Halbkl. Str.

Creochiton (2, Java). Kl. Str.

Omphalopus (2, Malay. Arch.). Halbkl. Str.

Medinilla (ca. 75, trop. As., Pacif.-Ins., W.-Afr.-Ins.), z. Th. echte buschige Epiphyten, z. Th. wurzelklett. Epiphyten. M. pterocaula nach Schimper Wurzelkletterer, mit Wurzeln ähnlich dem Epheu.

Pachycentria (9, Malay. Arch.). Kl. Str. oder Epiphyt.?

Pogonanthera (2, Malay. Arch.), z. Th. epiphyt. Str.

Die meisten Dissochaeteen sind z. Th. epiphyt. Sträucher, buschig oder wurzelkletternd, z. Th. echte Wurzelkletterer. Die vorhandenen Angaben genügen nicht zur scharfen Charakterisirung der Vegetationsweise.

Miconieae 25 gen.

Clidemia (ca. 90, trop. Am.). Einige sind epiphyt. Str.

Pleiochiton (4, Brasil.). Desgl.

Blakeae 2 gen.

Blakea (25, trop. Am.). Echte Epiphyten, so B. rosea nach Schimper.

Topobea (ca. 20, calid. Am.), z. Th. kl. Str. oder Epiph.?

Myrtaceae 87 gen.

L e p t o s p e r m e a e 33 gen.

Metrosideros (18, Pacif.-Ins., Austr., Malay. Arch., S.-Afr.). Einige Arten sind hochgehende wurzelkl. Str., so M. florida Sm., albiflora Banks and Sol., M. diffusa Smith, M. hypericifolia A. Cunn., M. Colensoi Hook. f., M. scandens Banks and Sol., alle auf Neuseeland. M. tomentosa A. Rich. (Neu-Seeland) ein epiphytischer Baumwürger.

Thymelaeaceae 33 gen.

E u t h y m e l a e e a e 29 gen.

Linostoma (5—6, O.-Ind., Brasil.), z. Th. kl. Str. Nach Mittheilung von Dr. Taubert ist L. calophylloides (Meissn.) vom Amazonas ein typischer Zweigklimmer.

Synaptolepis (2, trop. Afr.). Spreizästige oder kl. Str.

Penaeaceae 0

Elaeagnaceae 3 gen.

Elaeagnus (12, S.-Eur., temp. und trop. As., Austr., N.-Am.).

E. latifolia L. (O.-Ind.) nach Schimper lianenartig, scheint Spreizkl. zu sein.

Loranthaceae 13 gen.

cf. § 5, pag. 18.

Myzodendraceae 0

Santalaceae 0

Balanophoraceae 0

Rafflesiaceae 0

Hydnoraceae 0

Proteaceae 0

Aristolochiaceae 5 gen.

Thottea (5, trop. As.). Holzpfl., mitunter kletternd.

Aristolochia (ca. 180, temp. Calid.). Viele sind wind. Str. oder Kr. Bei uns cultiv. A. sipho u. tomentosa aus N.-Am.

Rosaceae 79 gen.

C h r y s o b a l a n e a e 12 gen.

Griffonia (4, trop. W.-Afr.), z. Th. kl. Str.

R u b e a e 1 gen.

Rubus (ca. 100). Viele sind halbkl. Str.; z. Th. hochklett. Str., Spreizklimmer mit oder ohne Stacheln.

R o s e a e 1 gen.

Rosa (ca. 50, temp.), z. Th. hochkl. Str., Spreizkl.

P o m e a e 13 gen.

Pyrus (ca. 50, N. Hem.). P. foliolosa Wall. u. a. A. epiphyt. Bäume im Himalaya.

Connaraceae 16 gen.

C o n n a r e a e 8 gen.

Agelaea (ca. 9, trop. Afr., As.), z. Th. kl. Str. Zweigklimmer.

Rourea (ca. 55, trop. As., Afr., Am., Austr.), z. Th. kl. Str. Zweigklimmer.

Connarus (ca. 50, trop. Am., As., Afr.), z. Th. halbklett. Str. Nach Schimper sind C. ellipticus, Wallichii, mutabilis mehr buschig als lianenartig mit langen Trieben ohne Klettervorrichtungen.

Paxia scandens Gilg (Westafr.). Hochkl. Liane.

Cnestideae 8 gen.

Cnestis (9, trop. Afr.), z. Th. kl. Str.
Manotes (3, trop. Afr.). Kl. Str. Ob windend?
Taeniochlaena (1, Malakka). Kl. Str.
Spiropetalum odoratum Gilg (Westafr.). Hochkl. Liane.

Papilionaceae 319 gen.

Galegeae 65 gen.

Sarcodum (1, Cochinchina). Hochkl. Str.
Milletia (ca. 56, calid. As., trop. Afr., Austr.), z. Th. hochkl. Str.
Wistaria (2—3, N.-Am., China, Jap.). Hochkl. Str., windend.
Streblorhiza (1, Norfolk). Hochkl. Str.

Hedysareae 48 gen.

Chaetocalyx (ca. 8, trop. u. subtrop. Am.). Wind. Kr.
Nissolia (2, trop. Am.). Wind. Kr. oder Halbstr.
Poiretia (5, calid. Am.). Meist wind. Kr. u. Halbstr.
Isodesmia (2, Brasil.). Wind. Halbstr.
Desmodium (ca. 155, N-.Am., S.-Am., Calid. Afr., As., Austr.). Boerlage giebt an, ohne den Modus zu erwähnen, dass einige Arten klettern.
Phylacium (1, Ind. Arch.). Wind. Kr.

Vicieae 6 gen.

Cicer (ca. 7, As., Medit.), z. Th. kl. Kr. mit Blattranken.
Vicia (ca. 180, temp. N. Hemisph., S.-Am.). Meist kl. Kr. mit Blattranken.
Lens (8, Medit., As.), z. Th. kl. Kr. mit Blattranken.
Lathyrus (ca. 170, N. Hemisph., S.-Am.), z. Th. kl. Kr. mit Blattranken.
Pisum (2, Medit., W.-As.). Kl. Kr. mit Blattranken.
Abrus (5, Calid.). Windende Str. oder Halbstr. ohne Ranken.

Phaseoleae 47 gen.

Centrosema (ca. 26, Am.), z. Th. wind. Kr. oder Halbstr.
Periandra (6, trop. Am.), z. Th. wind. Kr. oder Str.
Clitoria (27, Calid.), z. Th. hochkl. wind. Kr. oder Str.
Cologania (ca. 10. S.-Am.). Wind. Kr.
Amphicarpaea (ca. 7, N.-Am., Jap., Himalaya). Wind. Kr.
Dumasia (2—3, trop. As. Afr.). Wind. Kr.
Shuteria (5, Ostind.). Wind. Kr.
Glycine (ca. 16, trop. Afr., As., Austr.), z. Th. wind. Kr.
Teramnus (4, Trop.). Wind. Kr.
Hardenbergia (3, Austr.) Wind. Kr. oder Halbstr.
Kennedya (17, Austr.), z. Th. wind. Kr.
Rudolphia (2—3, Domingo). Wind. Kr.
Strongylodon (2, Ceylon, Pacif.-Ins.). Wind. Str. u. Halbstr.
Apios (3, N.-Am., Himalaya, China). Wind. Kr.
Mucuna (ca. 26, Calid.). Meist hochwind. Kr. oder Str.
Cochlianthus (1, Nepal). Wind. Kr.
Butea (3, trop. As.), z. Th. hochkl. Str.
Spatholobus (ca. 10, trop. As.). Hochkl. Str.
Calopogonium (4, S.- u. Centr.-Am.). Hochw. Kr.

Cymbosema (1, trop. Am.). Hochwind. Kr.
Grona (2—3, trop. As.), z. Th. wind. Kr.
Galactia (ca. 150, Calid.), z. Th. wind. Kr.
Mastersia (1, Assam). Hoch wind.
Camptosema (10, S.-Am.), z. Th. wind. Str. u. Halbstr.
Cratylia (5, S.-Am.). Hochwind. Str.
Dioclea (ca. 16, Trop.). Hochwind. Str. u. Halbstr.
Cleobulia (1, Brasil.). Hoch wind. Str.
Pueraria (10, calid. As.). Hoch wind. Str.
Canavalia (12, Calid.), z. Th. wind. Kr. oder Halbstr.
Physostigma (1, trop. Afr.). Hoch wind. Halbstr.
Phaseolus (ca. 60, Calid.), z. Th. wind. Kr.
Minkelersia (2, Mexico). Kriech. oder wind. Kr.
Vigna (ca. 45, Calid.). Meist wind. Kr.
Pachyrhizus (2, calid. Am., Afr., As.). Hoch wind. Kr.
Psophocarpus (4, trop. As., Afr.). Hoch wind. Kr.
Dolichos (ca. 30, Calid.). Wind. Kr. u. Halbstr.
Flagelia (1, S.-Afr.). Wind. Kr.
Dunbaria (ca. 12, trop. As., 1 Austr.), z. Th. wind. Kr.
Atylosia (ca. 20, trop. As., Austr.), z. Th. wind. Kr. u. Str.
Cylista (1, Ostind.). Wind. Kr. oder Halbstr.
Rhynchosia (ca. 82, Calid.), z. Th. wind. Kr., Halbstr. u. Str.
Eriosema (ca. 50, Calid.). Einige Arten wind. Kr. oder Halbstr.
Flemingia (ca. 26, trop. As., Austr., Afr.), z. Th. wind. Kr., Halbstr. oder Str.

D a l b e r g i e a e 29 gen.

Dalbergia (ca. 74, trop. Am., Afr., As., Austr.), z. Th. kl. Str. Wohl alle Zweigklimmer.
Ecastaphyllum (5, trop. Am., 1 auch zugleich in trop. W.-Afr.). Spreizästige oder kl. Str. E. Brownei ist Zweigklimmer.
Machaerium (ca. 60, trop. Am.), z. Th. hochkl. Str. Mit bedornten Zweigranken.
Drepanocarpus (8, trop. Am., 1 in trop. W.-Afr.), z. Th. hochkl. Str. Ob Zweigkl. ?
Lonchocarpus (ca. 55, trop. Am., Afr., 1 Austr.). Desgl.
Deguelia (= Derris. — ca. 40, meist trop. As., Austr., O.-Afr., Am.). Meist hochkl. Str. Darunter echte Winder, wie D. bantamensis.

S o p h o r e a e 35 gen.

Bowringia (1, Hongkong). Kl. Str.
Camoensia (2, trop. W.-Afr.). Hochkl. Str.

Caesalpiniaceae 80 gen.

E u c a e s a l p i n i a c e a e 16 gen.

Mezoneurum (ca. 12, trop. Afr., As., 1 Austr.). Meist hochkl. Str. M. cucullatum W. et A. (trop. As.), ein hochkl., stark bestachelter Spreizklimmer, ebenso M. sinense Hemsl. (China).
Caesalpinia (ca. 40, Calid.), z. Th. hochkl. Str. mit oder ohne Stacheln. Bestachelte Spreizkl. sind z. B. C. Bonducella Roxb., sepiaria Roxb., Nuga Ait.

Pterolobium (3 4, trop. As.,Afr., Austr.), z. Th. hochkl. bestachelte Str.

Wagatea (1, Ostind.). Hochkl. Str.

Cassieae 13 gen.

Cassia (ca. 380, Calid.). Einige Arten sind Kletterstr., dieselben gehören zur Gruppe Chamaefistula sect. Bacillares Bentham und sind trop. amerikanisch (z. B. C. angulata, quinquangulata, scandens etc.).

Bauhinieae 3 gen.

Bauhinia (ca. 150, Trop.), z. Th. hochkl. Str. mit Caulomranken.

Griffonia (= Bandeiraea, 3, trop. W.-Afr.). Hochkl. Str.

Mimosaceae 30 gen.

Piptadenieae 6 gen.

Entada (ca. 11, Trop.). Entada scandens Dc., E. polystachya DC. u. A. Sehr hoch klett. Str., mit Blattranken nach der Art der Vicieen. Andere Arten sind Blatfiedertstielranker.

Piptadenia (40, trop. Afr. u. Am.). Einige trop. amerikanische Arten sind bestachelte spreizklim. Str., z. B. P. trisperma etc.

Eumimoseae 4 gen.

Mimosa (ca. 300, meist calid. Am., Afr., As.). Einige Arten sind bestachelte spreizklim. Sträucher.

Acacieae 1 gen.

Acacia (ca. 450, Calid.), z. Th. klett. Str., Spreizklimmer und Zweigranker.

Ingeae 9 gen.

Pithecolobium (ca. 110, Calid.). Einige Arten des Amazonasgebiets sind hochklett. Str., so P. spruceanum, longiflorum, lindseaefolium.

Vacciniaceae 27 gen.

Eine Anzahl Gattungen enthält epiphytische Str., so Psammisia, Findlaya, Ceratostemma, Agapetes, Pentapterygium, Rigiolepis, Vaccinium, Corallobotrys, Sphyrospermum, Sophoclesia.

Thibaudia (2, Neu-Granada, Peru). Str. mit hochkl. Zweigen, wahrscheinlich aber auch Epiphyten.

Ericaceae 53 gen.

Einige sind epiphyt. Str., so Diplycosia (10, Ind. Arch.), ferner Rhododendron-Arten des trop. Asien, wahrscheinlich auch Gaultheria-Arten.

Monotropeae 0

Epacridaceae 26 gen.

Prionoteae 2 gen.

Prionotes cerinthoides Br. (Tasmanien), halbkl. Str.

Lebetanthus americanus Endl. (Patag., Fuegia), halbkl. Str. Nach Hooker einige Fuss hoch an den Baumstämmen emporkriechend.

Diapensiaceae 0

Lennoaceae 0

Plumbaginaceae 10 gen.

Plumbago (ca. 10, Calid.), z. Th. halbkl. Kr. oder Halbstr. P. scandens (häufig im trop. Am.). Spreizkl.

Primulaceae 0

Myrsinaceae 24 gen.

Embelia (ca. 65, trop. As., Afr., Oceanien). Kl. St., so E. ribes, robusta, frondosa, floribunda in Ostindien. E. undulata eine sehr dickstämmige Liane.

Grammadenia parasitica (West-Indien) und Cybianthus costaricanus (Costa Rica) sind epiphyt. Str.

Sapotaceae 0

Ebenaceae 0

Symplocaceae 0

Styracaceae 0

Oleaceae 19 gen.

Jasmineae 3 gen.

Jasminum (über 130, As., Afr., Austr., S.-Europa), z. Th. kletternd, unvollkommen windend oder ohne besondere Vorrichtungen.

Syringeae 3 gen.

Forsythia (2, Japan, China). F. suspensa Vahl, halbkletternder Strauch, Spreizklimmer.

Oleineae 11 gen.

Myxopyrum (3, Malay. Arch.). Hochwind. Str.

Salvadoraceae 0

Gentianaceae 49 gen.

Goeppertia (2, Cuba), wind. Kr.

Crawfurdia (9, trop. As., O.-Asien), wind. Kr.

Loganiaceae 34 gen.

Gelsemium (3, N.-Am., Sumatra, China), wind. Str.

Fagraea (ca. 30, trop. As., Pacif.-Ins., Austr.). Viele sind epiphyt. Str. oder Bäume. Ob auch kl.?

Anthocleista (4—5, trop. Afr.), z. Th. kl. Str.

Usteria (1, trop. Afr.). Kl. Str.

Strychnos (ca. 65, Trop.). Viele sind hochkl. Lianen mit reizbaren Kletterhaken.

Gardneria (3, Ostind., Japan). Hochkl. Str., z. B. G. ovata (Ostind.).

Apocynaceae 124 gen.

Carisseae 23 gen.

Allamanda (ca. 12, trop. Am.), z. Th. hochkl. Str.

Willughbeia (8—10, trop. As.), z. Th. hochkl. Str. mit Ranken.

Clitandra (2, trop. Afr.), kl. Str.

Landolphia (17, trop. Afr., subtrop. S.-Afr.). Kl. Str. mit Ranken.

Carpodinus (3—4, trop. Afr.), z. Th. kl. Str. mit Ranken.

Melodinus (ca. 17, As., Pacif.-Ins.), z. Th. kl. Str.

Plumerieae 41 gen.

Condylocarpon (ca. 10, trop. Am.). Hochkl. Windestr.

Ellertonia (1, Ostind.). Kl. Str.

Anechites (6, trop. Am.). Wind. Halbstr.

Echitideae 60 gen.

Davon mindestens 40 gen., fast ausschliesslich Tropenbewohner, Lianen, und zwar wohl ohne Ausnahme Winder.

Asclepiadaceae 204 gen.

1. Periploceae 32 gen., davon wenigstens 20 gen. (trop. gerontog.) windend.
2. Secamoneae 3 gen.
   Secamone (24, Afr., As., Austr.), z. Th. wind. Str.
   Toxocarpus (16, Afr., As.). Desgl.
3. Cynancheae 84 gen. Davon wenigstens 38 genera (Trop.) windend.
4. Gonolobeae 21 gen. Davon mindestens 11 gen. (meist Am., Trop.) mit windenden Formen.
5. Marsdenieae 36 gen. Davon mindestens 19 gen. mit windenden Formen. Einige gleichzeitig mit Adventivwurzeln sich befestigend. Dieselben sind sämmtlich gerontogäisch, meist tropisch, nur Marsdenia (ca. 55) in calid. Reg. beider Erdhälften.
   Hoya (ca. 50, trop. u. subtrop. O.-As., Austr.) enthält windende Str., welche zum Theil gleichzeitig sich mit Haftwurzeln an den Bäumen befestigen.
   Dischidia (25, Ostind., Malay. Arch., trop. Austr.). Epiphytische Kr. u. Halbstr., die auf Bäumen kriechen und mit Adventivwurzeln sich befestigen.
   Conchophyllum (1, Malay. Arch.). Kriechender oder wurzelkl. Epiphyt.
6. Ceropegieae 12 gen.
   Davon wenigstens 4 gen. (gerontogäisch) mit windenden Formen.
7. Stapelieae 0

Convolvulaceae 40 gen.

Convolvuleae 39 gen.

Rapona (1, Madag.). Kl.
Neuropeltis (4, trop. As.). Kl. Str.
Breweria (ca. 25, Calid.), z. Th. windend.
Prevostea (7, trop. Afr., Am.). Wind.
Lysiostyles (1, Guyana). Kl. Str.
Dicranostyles (2, S.-Am.). Hochkl. Str.
Rivea (ca. 10, Ostind., S.-Am.). Wind. Kr.
Argyreia (25, trop. As.). Meist wind.
Lettsomia (13, trop. As.). Wind.
Maripa (9, trop. Am.). Kl. Str. mit nicht wind. Aesten.
Legendrea (1, Gran Canaria). Wind. Str.
Cardiochlamys (1, Madag.). Wind. Kr.
Porana (ca. 10, trop. As., Austr.). Wind.
Lepistemon (4, Trop.). Wind. Kr.
Aniseia (ca. 15, Trop.). Meist wind.
Mina (2, Am.). Wind. Kr.
Calonyction (4, trop. Am.). Wind. Kr.
Quamoclit (ca. 10, Trop.). Wind. Kr.
Exogonium (ca. 15, trop. Am.). Wind. Kr.
Ipomoea (ca. 300, Calid., Trop.). Meist wind.
Pharbitis (50—60, Calid.). Wind. Kr.
Operculina (ca. 10, trop. Am., Ost.). Wind. Kr.

Hewittia (5, Trop.). Wind. Kr.
Jacquemontia (ca. 40, meist trop. Am.), z. Th. wind. Kr.
Convolvulus (100, Temp., Calid.), z. Th. wind.
Calystegia (7, Temp., Subtrop.). Meist wind. Kr.
Erycibe (11, trop. As., Neu-Guinea, Oceanien). Kletterstr.

Cuscuteae 1 gen.
Cuscuta (90, Calid., Temp.). Chlorophylllose wind. parasitische Kr. mit Haustorienbildung.

Polemoniaceae 8 gen.

Cobaea (6, Am.). Hochkl. Kr., die zusammengesetzten Bl. endigen bei allen Arten in verzweigte Ranken.

Hydrophyllaceae 0

Borragineae 77 gen.

Heliotropieae 3 gen.
Tournefortia (ca. 100, Calid.), z. Th. klett. Str., windend, ob alle?

Nolanaceae 0

Solanaceae 68 gen.

Solaneae 36 gen.
Lycium (ca 70, Temp.). L. barbarum L. (Kleinasien bis Afghanistan), dorniger spreizkl. Str.
Solanum (ca. 900, Trop., Temp.). Einige Arten kl. S. dulcamara L. unvollk. windend oder spreizkl. S. jasminoides Paxt., fultum Schrk., convolvulus Sendt. u. Verw. (alle in S.-Am.) sind Blattstielranker.
Cyphomandra (ca. 30, S.-Am.). C. sciadostylis Sendt. Kl. Str.

Datureae 3 gen.
Solandra (ca. 6, trop. Am.). Epiphyt. Str.
Dyssochroma (ca. 4, trop. Am.). Desgl.

Cestreae 19 gen.
Markea (5, trop. Am.). Epiphyt. Str.
Juanulloa (10, trop. Am.), z. Th. epiphyt. Str.
Cestrum (ca. 140, Am.), einige Arten sollen schwach winden.

Scrophulariaceae 166 gen.

Antirrhineae 8 gen.
Linaria (130, extratrop. N. Hemisph., extratrop. S.-Am.). Linaria cirrhosa Mill. mit schwach rankenden Blattstielen.
Antirrhinum (ca. 25, temp. N. Hemisph.), einige Arten sind schwach kletternd, ranken mit kurzen beblätterten Seitenzweigen, sind somit Zweigklimmer.
Maurandia (incl. Lophospermum, 6, Mexico, Texas). Kr. Blatttsielranker.
Rhodochiton (1, Mexico) volubile, Kr. Blattstielranker.

Cheloneae 27 gen.
Wightia (3, Himalaya, Java, Borneo). W. gigantea Wall. (Him.) ist ein epiphytischer Baum nach Art der baumwürgenden Ficus.

Orobanchaceae 0

Lentibulariaceae 4 gen.

Utricularia (ca. 160, Temp., Calid.). U. volubilis R. Br. (Neuholland) hat

dünne Blüthenstengel, welche um dünne Halme, Binsen etc. emporwinden und sich dadurch aufrecht halten.

Columelliaceae 0

Gesneraceae 82 gen.

Columneae 9 gen.

Drymonia (14, trop. Am.). Kriechende oder auf Bäumen wurzelkl. Str. oder Epiphyt.?

Alloplectus (ca. 30, trop. Am.), z. Th. Wurzelkletterer.

Trichantha (2, Columb.). Auf Bäumen wurzelkl. Str.

Columnea (ca. 60, trop. Am.). Epiphytische Str. oder Halbstr.

Nematanthus (3—4, Brasil.). Klett. od. epiphyt. Str.

Hypocyrta (ca. 10, Brasil., Costa Rica). Auf Bäumen epiphytisch oder an Felsen kriechende Str.

Codonanthe (5, Brasil., Guiana). Epiphyt.

Cyrtandreae 50 gen.

Aeschynanthus (65, trop. As.), z. Th. Epiphyt.

Dichrotrichum (4, Malay. Arch.). Kriechend oder auf Bäumen kl.

Agalmyla (3, Java, Sumatra). Kriechend oder auf Bäumen wurzelkletternd.

Fieldia (1, O.-Austr.). Auf Bäumen wurzelklett. Str.

Mitraria (1, Chili). Echter Epiphyt.

Sarmienta (1, Chili). Epiphyt oder Felsen bewohnender Str.

Asteranthera (1, Chili). Kriechend oder auf Bäumen wurzelkl.

Die meisten der genannten Gesneraceen dürften epiphyt. Str. mit kriechenden u. wurzelkl. Zweigen sein. Inwieweit echte Wurzelkl. unter ihnen sind, ist noch näher festzustellen.

Bignoniaceae 55 gen.

Bignonieae 22 gen.

Tynanthus (7, Brasil.). Kl. Str. mit Blattranken.

Arrabidaea (2, Brasil.). Desgl.

Friedericia (2—3, Brasil.). „

Lundia (ca. 10, Brasil.). „

Bignonia (150, subtrop. u. trop. Am.). Mit Blattranken. Einige zugleich auch Wurzelkletterer.

Macfadyena (ca. 22, trop. Am.). Kl. Str. Mit Blattranken.

Melloa (1—2, Brasil.). „

Saldanhaea (2, Brasil.). „

Cuspidaria (ca. 8, Brasil.). „

Adenocalymma (ca. 20, trop. Am.). „

Anemopaegma (ca. 20, trop. Am.). „

Distictis (7—8, trop. Am.). „

Pithecoctenium (ca. 20, trop. Am.). „

Haplolophium (2, Brasil.). „

Glaziovia (1, Brasil.). „

Amphilophium (4—5, trop. Am.). „

Callichlamys (2, trop. Am.). „

Tanaecium (ca. 4, trop. Am.). „

Nyctocalos (3, trop. As.). Kl. Str. Ranken?
?Haussmannia (1, trop. O.-Austr.). Kl. Str. Ranken?

Tecomeae 24 gen.

Tecoma (25, Temp. u. Trop.). Die Sectionen Eutecoma (= Campsis, Dendrophila) und Pandorea enthalten Kletterpfl., darunter meistens wurzelkletternde Str. oder Halbstr., andererseits aber auch hoch windende Str. Campsis radicans u. adrepens Wurzelkl., Pandorea australis Bur. Windestr.
Tourretia (1, trop. Am.). Kl. Kr. Blätter mit verzweigten Endranken. T. lappacea Willd.

Jacarandeae 5 gen.

Eccremocarpus (3, S.-Am.). Hochkl. Halbstr. mit verzweigten Endranken der Blätter. — E. scaber R. et P.

Crescentieae 4 gen.

Schlegelia (ca. 5, trop. Am.). Epiphyt. Str., zugleich wurzelkletternd.

Pedalineae 0

Acanthaceae 134 gen.

Thunbergieae 4 gen.

Mendoncia (24, trop. Am., Madag.). Wind. Str. u. Halbstr.
Thunbergia (ca. 45, Afr., Madag., calid. As.), z. Th. wind. Kr.
Monachochlamys (1, Madag.). Kl.?
Pseudocalyx (1, trop. Afr.). Kl. Str.?

Acantheae 6 gen.

Acanthus (ca. 15, S.-Eur., subtrop. As., Afr, Austr.). A. volubilis (trop. As.) hat schwach wind. Stengel.

Justiceae 82 gen.

Asystasia (ca. 25, Afr., O.-Ind., Malay. Arch.). Einige sind halbkl. Kr.
Rhinacanthus (ca. 4, Afr., O.-Ind., Malay. Arch.) Einige sind halbkl. Str.
Adhathoda (6, Ost-Ind., trop. u. S.-Afr., Brasil.), z. Th. windend.

Myoporineae 0

Selagineae 0

Verbenaceae 65 gen.

Verbeneae 19 gen.

Lantana (ca. 50, trop. u. subtrop. As. Afr. Am.), z. Th. hochkl. Str. Spreizklimmer.
Petraea (ca. 20, subtrop. u. trop. Am.), z. Th. wind. Str.

Viticeae 18 gen.

Aegiphila (ca. 30, trop. Am.). Einige sind kl. Str.
Faradaya (2, Austr., Fidji). Hochkl. Str.
Oxera (10, Neu-Caled.). Meist kl. Str.
Clerodendron (ca. 70, Calid.). Einige sind kl. Str., C. Thomsonii Balf. (trop. W.-Afr.) nach rechts windend, C. inerme nach Schimper mit langen Zweigen ohne Klettervorricht.
Premna (ca. 42, Calid., gerontog.). P. scandens, interrupta, racemosa, alle in Ostindien sind grosse kl. Str.
Holmskioldia (4, Himalaya, trop. Afr., Madag.). H. sanguinea (Himal.) ein grosser kl. Str.

Vitex (ca. 75, Calid.). V. monophylla K. Schum., Neu-Guinea, nach Schumann schlingender Str.

Caryopterideae 5 gen.

Glossocarya (3, trop. As., Austr.). Kl. Str.

Hymenopyramis (1, Himal.). Halbkl. Str.

Symphoremeae 3 gen.

Symphorema (3, Ostind., Philippin.). Kl. Str.

Sphenodesma (ca. 9, Ostind., Malay. Arch.). Kl. Str.

Congea (5, trop. As.). Kl. Str.

Labiatae 142 gen.

Stachydeae 37 gen.

Perilomia (ca. 8, andines Am.), z. Th. halbkl. Str.

Colquhounia (3—4, Himalaya, Birma), z. Th. wind. oder kl. Str.

Plantagineae 0

Campanulaceae 32 gen.

Leptocodon (1, Himal.). Wind. Kr.

Codonopsis (12, As.), z. Th. wind. Kr.

Campanumaea (5 – 6, As.). Desgl.

Lobeliaceae 28 gen.

Lobelieae 24 gen.

Burmeistera (ca. 12, S.- u. C.-Am.). Viele sind kl. Kr. oder Halbstr.

Centropogon (ca. 90, calid. Am.), z. Th. kl. Halbstr. u. Str.

Siphocampylus (über 100, C.- u. S.-Am.). Einige sind kl. Kr., Halbstr. oder Str.

Cyphieae 4 gen.

Cyphia (ca. 20, Abessin., S.-Afr.), z. Th. wind. Kr.

Candolleaceae 0

Goodeniaceae 12 gen.

Scaevola (ca. 60, Austr., trop. As., Afr., Westind.). 1 spec. nach Warburg kletternd.

Rubiaceae 346 gen.

Oldenlandieae 22 gen.

Kadua (14, Sandwich-Inseln), z. Th. kl. Halbstr. oder Str.

Hekistocarpa minutiflora Hook. fil. (trop. Afr.), ca. 1,5 m hohes etwas kl. Kr.

Rondeletieae 17 gen.

Greenea (5—6, trop. As.), z. Th. kl. Str.

Cinchoneae 35 gen.

Hymenopogon (2, Himalaya, Assam), epiphyt. kleine Str.

Manettia (ca. 24, trop. u. subtrop. Am.). Windende Kr. u. Halbstr.

Danais (ca. 20, Madag., Maurit., Bourbon), z. Th. hochkl. Str.

Hillia (4, trop. Am.). Epiphyt. Str.

Cosmibuena (5 – 6, trop. Am.). Epiphyt. Str.

Ravnia triflora Oerst. Epiphyt. Str.

Coptosapelta (3, Ind. Arch.). Kl. Str.

Ferdinandusa (6—7, trop. Am.), z. Th. kl. Str.

Naucleae 9 gen.

Ourouparia (= Uncaria, ca. 30, trop. As., 1 in Afr., 2 in Am.). Klett. Str. mit reizbaren Kletterhaken.

Sarcocephalus (8, trop. As., Afr., Austr.), einige sind klett. Str.

Mussaendeae 36 gen.

Mussaenda (ca. 30, Trop. gerontog.), einige Arten windend.

Gonzalagunia (10, trop. Am.), einige wind.

Didymochlamys Whitei Hook. fil. (Neu-Granada.) Epiphyt. Kr.

Schradera (5, trop. Am.). Epiphyt. Str.

Lucinaea (6, Malay. Arch.), z. Th. wind. Str.

Leucocodon reticulatus Gardn. (Ceylon.) Epiphyt. Str.

Sabicea (20—25, trop. Am., trop. Afr.). Meist wind. Kr. oder Halbstr.

Xerococcus congestus Oerst. (Costa Rica.) Epiphyt. Str.

Ophryococcus gesnerioides Oerst. (Nicaragua.) Epiphyt. Str.

Lecananthus (2—3, Malay. Arch.). Wind. Str.

Gardenieae 55 gen.

Randia (100, Trop.), z. Th. kl. Str.

Gardenia (ca. 60, Trop. gerontog.), einige Arten kl. Str.

Macrosphyra longistyla Hook. fil. (trop. Afr.). Kl. Str.

Amaralia calycina K. Sch. (trop. Afr.), schling. Strauch.

Tricalysia (ca. 40, Trop. gerontog.), z. Th. kl. Str.

Amajoua (3, trop. Am.). Ob kl. Art?

Vanguerieae 10 gen.

Plectronia (ca. 80, Calid. gerontog.). Einige kl. Str.

Guettardeae 10 gen.

Anisomeris (= Chomelia, ca. 22, trop. Am.), einige kl. Str.

Malanea (ca. 10, trop. Am.). Kl. Str.

Chiococceae 10 gen.

Chiococca (6—8, trop. Am.). Meist kl. Str. Ch. brachiata R. et P. ist ein sparriger Spreizklimmer.

Ixoreae 14 gen.

Rutidea (11, trop. Am.). Kl. Str.

Psychotrieae 32. gen.

Proscephalium javanicum Korth. (Java.) Epiphyt. Str.

Myrmedoma arfakianum Becc. (Neu-Guinea.) Epiphyt. Str.

Myrmephytum selebicum Becc. (Celebes.) Epiphyt. Str.

Squamellaria (2, Fidji). Epiphyt. Halbstr.

Hydnophytum (ca. 30, Ostasien, Neu-Guinea, Fidji). Epiphyt. Halbstr.

Myrmecodia (18, trop. O.-As., Neu-Guinea, N.-Austr.). Epiphyt. Halbstr.

Psychotria (ca. 350, Trop.), z. Th. wind. Auch epiphytische Arten.

Paederieae 5 gen.

Paederia (incl. Lygodisodea u. Lecontea 18, trop. As., Am.). Schling. Strauch.

Anthospermeae 20 gen.

Opercularia (14, Austr.), z. Th. wind. Kr. oder Halbstr.

Morindeae 7 gen.

Coelospermum (ca. 10, Malay. Arch., Austr., Pacif.-Ins.), z. Th. kl. Str.

Gynochthodes (3, Ind. Arch.). Kl. Str.

Morinda (ca. 40, Trop.), z. Th. kl. Str. u. Epiphyten.

Spermacoceae 18 gen.

Diodia (30, trop. Am., Afr.). Einige wind. Kr. u. Halbstr.

Borreria (ca. 80, Trop.). Einige kl. Kr. od. Halbstr.

Emmeorrhiza umbellata K. Sch. Wind. Kr.

Galieae 11 gen.

Asperula (ca. 90, Eur., As., Austr.). A. aparine, stachelhaariges spreizkl. Kr. im Ufergebüsch, bei uns in Westpreussen u. Schlesien.

Galium (ca. 250, Temp. Calid.), z. Th. mit Hülfe von Stachelhärchen und spreizenden Aesten klett. Kr. und Halbstr.

Rubia (ca. 38, Temp. Calid. Eur., As., Afr., Am.). R. tinctorum L., spreizkl. Kr. mit Kletterhaaren. Rub. angustifolia L. fil. ist hochkl. Waldpfl. der canarischen Lorbeerwälder nach Christ.

Didymaea mexicana Hook. fil., spreizkl. Kr. mit hakenartig zurückgebogenen Nebenblättchen.

Caprifoliaceae 10 gen.

Lonicereae 4 gen.

Lonicera (ca. 100, Temp. u. trop. N. Hemisp.). Sectio Caprifolium und Nintooa, windende Str.

Valerianaceae 8 gen.

Valeriana (ca. 150, Eur., As., Afr., Am.). V. scandens (S.-Am.), kl. Staude.

Dipsacaceae 0

Calycereae 0

Compositae 835 gen.

Vernonieae 41 gen.

Albertinia brasiliensis Spr. (Brasil.). Halbkl. Str.

Vernonia (ca. 450, Am). Einige sind halbkl. oder spreizkl. Str., z. B. V. scorpioides Presl. u. V. sericea Rich. (Brasil.).

Piptocarpha (30, trop. Am.). Einige sind halbkl. oder spreizkl. Str., z. B. P. lundiana Bak., P. quadrangularis Bak., P. lucida Bennett, P. oblonga Bak., alle in Brasilien.

Eupatorieae 41 gen.

Mikania (120—150, trop. Am., 1 sp. in den Tropen überall). Meist wind. Kr. oder Str.

Kanimia (7, trop. Am.), z. Th. kl. Str.

Astereae 99 gen.

Microglossa (9, calid. Afr., As.). M. volubilis DC. wind. Str.

Baccharis (250 - 300, trop. Am.). Einige sind halbkl. Str. oder Halbstr.

Heliantheae 144 gen.

Zexmenia (37, trop. u. subtrop. Am.), z. Th. kl. Kr. u. Str.

Hidalgoa ternata Llav. et Lex. (Mexico). Kl. Str.

Salmea (11, Mexico, West-Ind.), z. Th. kl. Str.

Bidens (90, Calid., Temp.), einige Arten kl., z. B. B. rubifolius H.B.K. (trop. Am.) spreizkl.

Calea (ca. 65, calid. Am.). Einige kl. Str. oder Halbstr. mit spreizenden Aesten, so C. pinnatifida Less. u. C. serrata Less. (Brasil.).

Senecioneae 50 gen.

Gongrothamnus (3, trop. Afr.), spreizästige hablkl. Str.

Senecio parasiticus (Mexico), nach Schimpers Angabe Epiphyt.

Mutisieae 60 gen.

Mutisia (ca. 40, S.-Am.). Meist kl. Kr. oder Halbstr. mit gefiederten oder einfachen in Ranken endigenden Blättern.

Lycoseris (ca. 10, S.-Am.), z. Th. kl. Str.

Proustia (6—7, S.-Am., Mexico), z. Th. kl. Str.

Trixis (ca. 30, Am.), einige Arten klett., so T. divaricata (Brasil.).

Jungia (ca. 12, S.-Am.), z. Th. halbkl. Kr. oder Halbstr.

Chuquiragua (ca. 40, S.-Am.). Spreizklimmender Str. mit Stipularstacheln ist Ch. Regnellii Baker (Brasil.)

§ 7.

Vertheilung der Kletterpflanzen auf die Familien.

Aus der obigen Zusammenstellung ergiebt sich, dass etwa die Hälfte sämmtlicher von Bentham und Hooker aufgezählten Phanerogamenfamilien wenigstens einige lianenartige Vertreter enthalten. Die andere Hälfte dagegen entbehrt derselben — soweit meine Kenntniss reicht — vollständig. Allerdings ist nicht ausgeschlossen, dass bei näherem Zusehen und genauerem Studium der Lebensweise der einzelnen Arten an ihren natürlichen Standorten noch manche Familie sich als lianenhaltig herausstellen wird.

Bei einer gewissen Anzahl von lianenfreien Familien können wir uns den Mangel kletternder Formen begreiflich machen. So ist leicht einzusehen, dass die kleineren selbstständigen Familien, deren Vertreter sämmtlich oder fast sämmtlich aquatische oder palustrische Lebensweise führen, in einseitiger Weise diesem Vegetationsmodus angepasst sind, infolge der Verschiedenheit ihrer äusseren und inneren Structur und ihrer Lebensweise im Vergleich zu dem Verhalten der Kletterpflanzen keine Vertreter zu diesen stellen. Dahin gehören

Rhizocarpeae	Alismaceae	Nymphaeaceae
Typhaceae	Butomaceae	Podostemonaceae
Potamogetonaceae	Hydrocharitaceae	Ceratophyllaceae
Najadaceae	Lemnaceae	Callitrichaceae
Aponogetonaceae	Mayacaceae	Halorhagaceae
Juncaginaceae	Pontederiaceae	

Dasselbe gilt für die kleinen saprophytischen Familien

Triuridaceae	Burmanniaceae	Monotropeae

und für die parasitischen

Balanophoraceae	Hydnoraceae	Orobanchaceae
Rafflesiaccae	Lennoaceae	

Ferner giebt es eine Anzahl anderer lianenfreier Familien, deren morphologischer Aufbau ein sehr charakteristischer für die betreffende Pflanzengruppe ist, und so fest denselben innewohnt, dass er den Uebergang zu kletternden Formen nicht gestatten zu können scheint, so z. B. bei

Cycadaceae	Velloziaceae	Restionaceae
Juncaceae	Iridaceae	Xyridaceae
Bromeliaceae	Eriocaulaceae	Scitamineae

Es ist kaum möglich oder höchst schwierig, die Ursachen aufzufinden, welche die Bildung von kletternden Formen in manchen Familien verhinderten. Bei vielen mag der Mangel darin begründet sein, dass die Vertreter derselben überhaupt nicht in die für die Herausbildung von Lianen günstigen äusseren Bedingungen versetzt wurden. Das gilt besonders von solchen Familien und noch mehr von Gattungen, welche in ihrer Gesammtheit Gebiete mit lichter buschartiger oder steppenartiger Vegetation, noch mehr mit Wüsten- oder alpinem Charakter bewohnen und dort ihr Bildungscentrum haben. Schwieriger ist die Erscheinung zu erklären, dass die Familien, welche den Hauptbestand der Wälder der temperirten Zone ausmachen, nämlich

Coniferae	Salicaceae	Aceraceae	Amygdalaceae
Cupuliferae	Iuglandaceae	Pomaceae	

keine Kettersträucher enthalten.

Bei der Mehrzahl der in Rede stehenden Familien, vor allem der meisten Dicotylen, wüsste ich keinen Grund für den Mangel an Lianen anzugeben. Es giebt unter denselben viele, die in tropischen Wäldern baum- oder strauchartige Vertreter aufweisen, also unter Bedingungen, unter denen der Uebergang zu kletternder Lebensweise am ehesten möglich erscheint, so z. B.

Chloranthaceae	Hypericaceae	Aquifoliaceae
Myristicaceae	Malvaceae	Samydaceae
Proteaceae	Simarubaceae	Ebenaceae
Erythroxylaceae	Ochnaceae	Sapotaceae
Bixaceae	Burseraceae	Styracaceae

An diese anzuschliessen sind auch die Myrtaceen, deren Arten (bis auf verschwindende Ausnahmen) dem Klettern durchaus abhold sind, obwohl sie in zahlreichen strauchigen Arten in dem Unterholz tropischer Wälder angetroffen werden.

4*

Gehen wir nun über zu den Familien und Triben mit Lianen, so sind zunächst diejenigen zu erwähnen, deren Vertreter zum grössten oder grösseren Theile kletternde Lebensweise führen:

Smilaceae	Vitaceae	Convolvulaceae
Dioscoreaceae	Passifloraceae	Bignoniaceae
Lardizabalaceae	Cucurbitaceae	Trib. Bignonieae
Menispermaceae	Nepenthaceae	Apocynaceae
Malpighiaceae	Papilionaceae	Asclepiadaceae
Sapindaceae	Trib. Vicieae	
Trib. Paullinieae	Trib. Phaseoleae	
Hippocrateaceae	Trib. Dalbergieae	

Der Reichthum dieser Familien an Lianen lässt vermuthen, dass schon frühzeitig, wohl schon vor der Herausbildung der Gattungscharaktere Vertreter derselben zu kletternder Lebensweise übergegangen waren, wofür auch die Uebereinstimmung des Klettermodus oder der morphologischen Natur der specifischen Kletterorgane innerhalb dieser systematischen Gruppen spricht. Schon die Stammformen der verschiedenen Genera, beispielsweise der Cucurbitaceen, Asclepiadaceen, Menispermaceen, dürften Ranker bezw. Winder gewesen sein.

Auch in den meisten Fällen, in denen wir innerhalb einer Familie nur einige, aber ausschliesslich kletternde Gattungen oder Gattungsgruppen antreffen, ist anzunehmen, dass dieselben relativ hohes Alter besitzen, dass ungefähr gleichzeitig mit der Herausbildung der Gattungscharaktere auch die kletternde Lebensweise eintrat, so bei

Lygodium	— Filices	Ancistrocladus	— Dipterocarpaceae
Herreria	— Liliaceae	Gouanieae	— Rhamnaceae
Vanilla	— Orchidaceae	Hedera	— Araliaceae
Clematis	— Ranunculaceae	Aristolochia	— Aristolochiaceae
Eubaselleae	— Chenopodiaceae	Plukenetia	— Euphorbiaceae
Boussingaultieae	— Chenopodiaceae	Tragia	— „
Humulus	— Urticaceae	Dalechampia	— „ etc.

Klettern dagegen nur wenige Arten von einer grösseren Gattung, während der Hauptstock der Vertreter gewöhnlichen Wuchs zeigt, so werden dieselben in der Mehrzahl der Fälle erst bei der weiteren Spaltung der Gattung in Arten zur Entwicklung und zu ihrer besonderen Lebensweise gelangt sein, so die kletternden Formen von

Selaginella	Polygonum	Cereus	Mimosa
Scleria	Fuchsia	Tibouchina	Acacia
Coccoloba	Begonia	Caesalpinia	Valeriana etc.

Anderseits ist bei Gattungen mit grösstentheils kletternden und nur einigen nicht kletternden zu berücksichtigen, dass die letzteren auch durch Rückbildung aus ersteren hervorgegangen sein können, infolge Versetzung von solchen in andere Lebensbedingungen, in offene lichte Vegetationsformationen, in denen das Klettern keinen Nutzen mehr bringt. Diese phylogenetischen Beziehungen sind höchst mannigfaltiger Natur und sehr schwierig, in der Regel überhaupt nicht zu entscheiden. Für die Beurteilung des höheren oder geringern Alters der kletternden Formen kommt ferner in Betracht die höhere oder niedere Stufe in der Ausbildung der besonderen Klettervorrichtungen, die Beschaffenheit der Stammstructuren.

Die Neigung der einzelnen Familien zu kletternder Lebensweise ist eine sehr verschiedene, bei den zuerst aufgezählten lianenreichen eine sehr grosse, während dagegen bei einer grossen Zahl die Neigung nur sehr schwach auftritt und nur zur Bildung einzelner kletternder Arten oder Gattungen geführt hat. Diese auf inneren Organisationsverhältnissen beruhende, selbst bei ganz nahe verwandten Sippen sehr verschiedene und in ihrem Wesen uns unerklärliche Beanlagung scheint mir in erster Linie massgebend zu sein für das Auftreten oder den Mangel von Lianen vor allem bei den Familien, die auch in den dichten Wäldern der wärmeren Regionen ihre Vertreter aufweisen; die günstigen äussern Bedingungen kommen erst in zweiter Linie in Betracht.

Gleiches gilt für alle einer bestimmten Lebensweise angepassten Vegetationsformen, für Wasserpflanzen, Halophyten, Saprophyten, Parasiten u. a., die in buntester Weise sich über die systematischen Sippen vertheilen.

§ 8.

Vertheilung der Klettervorrichtungen auf die systematischen Sippen.

Bezüglich der Vertheilung des Klettermodus auf die einzelnen Familien herrscht ebenfalls die grösste Mannigfaltigkeit, auch darin spielt die innere Beanlagung eine wichtige Rolle.

Zunächst sind diejenigen Familien zu erwähnen, die nur zu einem einzigen Modus des Kletterns beanlagt sind und nun entweder diesen Modus in gleichmässiger Weise bei allen lianenartigen Vertretern zur Ausbildung gebracht haben oder noch verschiedene Stufen in der Entwicklung derselben erkennen lassen. Diese Familien können als einheitliche bezeichnet werden.

Nur spreizklimmende Formen treten auf unter den

Lycopodiaceae	Palmae	Rosaceae
Cyperaceae	Nyctaginaceae	Onagraceae
Gramineae	Amarantaceae	Plumbaginaceae

Nur Wurzelkletterer bei

Cyclanthaceae	Orchidaceae	Begoniaceae
Pandanaceae	Piperaceae	Gesneraceae
Araceae	Araliaceae	

Nur Winder bei

Stemonaceae	Pittosporeaceae	Campanulaceae
Dilleniaceae	Trigoniaceae	Oleaceae
Magnoliaceae	Malpighiaceae	Gentianaceae
Menispermaceae	Aristolochiaceae	Boragineae
Lardizabalaceae	Loasaceae	Convolvulaceae
Violaceae		

Nur Phyllomranker bei

Flagellariaceae	Nepenthaceae
Smilaceae (mit 1 Ausnahme)	Cucurbitaceae
Ranunculaceae (mit 1 Ausnahme)	Scrophulariaceae (mit 1 Ausnahme)
Papaveraceae	Polemoniaceae
Tropaeolaceae	

Nur Caulomranker bei

Linaceae	Vitaceae	Dipterocarpaceae
Hippocrateaceae	Sapindaceae	

Die übrigen sind, abgesehen von einer Anzahl mit ungenügend bekanntem Klettermodus, gemischte Familien, enthalten zwei oder mehrere Modi gleichzeitig, die aber wenigstens innerhalb der einzelnen Gattungen oder Gattungsgruppen demselben Typus folgen.

Eine ziemlich scharfe Scheidung in dieser Beziehung nach den Tribus zeigt z. B. die grosse Familie der Papilionaceen, nämlich

Phaseoleae	—	Winder,
Dalbergieae	—	meist Zweigklimmer,
Vicieae	—	Blattranker (abgesehen von Abrus),
Galegeae	—	scheinen alle zu winden,
Hedysareae	—	desgl.,
Sophoreae	—	?

Unter den Liliaceen sind Uvularieae — Blattspitzenranker, Herrerieae — Winder, Eriosperminae — Winder, Asparageae — Spreizkl. oder Winder, Luzuriageae — windend, ob alle?, Smilaceae — Phyllomranker (mit 1 Ausnahme).

Von den Polygalaceen ist Comesperma windend, Bredemeyera und Securidaca zweigkletternd.

Von den Chenopodiaceen sind Hablitzia blattkletternd, Eubaselleae und Boussingaultieae windend.

Die Asclepiadaceen sind grösstentheils windend, nur einige Gattungen zugleich mit Adventivwurzeln.

Die Apocynaceen winden fast sämmtlich, nur einige Gattungen besitzen Ranken.

Besonderes Interesse erregen diejenigen Familien, welche grösstentheils einem Typus folgen, aber ausserdem vereinzelte ganz abweichende Formen enthalten. So besitzt die Familie der Dioscoreaceen neben zahlreichen Windern eine einzige Gattung mit einer Art, Petermannia cirrhosa, die mit Ranken klettert; die Familie der Mimosaceen mit spreizklimmenden oder zweigrankenden Vertretern besitzt die abweichende Gattung Entada mit Blattranken; die der Passifloraceen mit Rankern, eine einzige rankenlose windende Gattung mit einer Art, Ceratiosicyos; die der Compositen enthält neben Windern eine Gattung, Mutisia, mit Ranken, wie sie sich bei Vicia vorfinden. Die Rubiaceen entwickeln Kletterhaken nur bei der Gattung Ourouparia. Endlich möchte ich hier auch auf die Vertheilung des Klettermodus bei den Bignoniaceen hinweisen. Die Bignonieae besitzen alle Ranken von Blattnatur, ebenso die Jacarandee Eccremocarpus und die Gattung Tourretia unter den Tecomeae, die im übrigen Wurzelkletterer oder auch Winder vorstellen.

Diese morphologischen und biologischen Verschiedenheiten sind ebenso wie die Vertheilung des Kletterns überhaupt auf die einzelnen systematischen Sippen einer causalen Erklärung entrückt, sie beruhen auf verschiedenen inneren Organisationsverhältnissen, die unter günstigen äusseren Bedingungen zur Entwicklung nach bestimmten Richtungen hin führen. Bei der einen Art sind es die Blätter, bei der anderen die Seitenzweige oder Blüthenaxen, an welchen die Anlage zur Reizbarkeit für Berührung weiter entwickelt wird, bei der dritten Art neigen die Stengel zu starker Streckung und starken Nutationen und werden zu Windestengeln, bei einer vierten Art wird die Neigung zur Bildung von Adventivwurzeln benutzt zur Ueberleitung zum Wurzelklettern. Plasticität und erbliches Festhalten an überkommenen Eigenschaften stehen dabei einander gegenüber.

§ 9.

Geographische Verbreitung der Lianen; Hauptentwicklungsheerde.

Eine allseitige Bearbeitung der geographischen Verbreitung der Lianen stösst auf grosse Schwierigkeit, weil das statistische Material aus den oft unzureichenden Angaben der systematischen Werke nicht in wünschenswerther Vollständigkeit entnommen werden kann.

Was zunächst die Verbreitungsareale der einzelnen Lianenarten anbelangt, so zeigen dieselben im Allgemeinen nichts Bemerkenswerthes, was nicht auch in gleicher Weise für normalwüchsige Kräuter und Sträucher gelten könnte. Schimper (p. 106) hebt hervor, dass die Glieder der epiphytischen Genossenschaft durchschnittlich grössere Areale als terrestrische Pflanzenarten haben, ohne jedoch im Allgemeinen so ausgedehnte Verbreitungsbezirke wie Wasser- und Strandpflanzen aufzuweisen — eine Erscheinung, welche bedingt ist durch die Anpassung der Samen an Verbreitung durch Wind und Vögel, nicht aber durch die epiphytische Lebensweise an und für sich, zu deren Ermöglichung die bereits vorher vorhandenen günstigen Samenverbreitungsmittel als wichtiges Moment in Betracht kamen.

Die Lianen sind dagegen in ihrer Existenz nicht an besondere Formen der Samenverbreitung gebunden und zeigen in dieser Beziehung dieselbe Mannigfaltigkeit, die auch den aufrechten Pflanzen zukommt.

Die Hauptentwicklung erreichen die Kletterpflanzen naturgemäss zwischen den beiden Wendekreisen, vor allem in den tropischen immergrünen Regenwäldern, in denen der Kampf der Gewächse um Licht und Raum am stärksten sich ausprägt, deren Physiognomie er in erster Linie beherrscht. Die immergrünen Regenwälder sind in den Tropen an Gebiete gebunden, in denen den grössten Theil des Jahres hindurch oder beständig Niederschläge fallen und die Luftfeuchtigkeit eine hohe ist. Diese klimatischen Bedingungen, in geringerem Maasse aber die hohe mittlere Jahrestemperatur, sind einerseits die Ursachen von der Existenzmöglichkeit der Epiphyten, andrerseits von der üppigen Entwicklung vor allem der holzigen Lianen. Die Lianen sind aber nicht so ausschliesslich an reichliche Feuchtigkeit gebunden als die Epiphyten, da sie im Boden wurzeln, und daher treffen wir auch holzige Kettersträucher in temperirten Ländern, denen die phanerogamen Epiphyten vollständig fehlen.

Vergleichen wir die in § 6 verzeichneten Lianengenera bezüglich ihrer geographischen Verbreitung, so stellt sich heraus, dass die überwiegende Mehrheit an die tropischen Wälder gebunden ist. Die wichtige Bedeutung der Lianen für die Physiognomie der tropischen Flora geht aus einer Schätzung Grisebach's (Gesammelte Abhandl. p. 279) hervor, welcher die Holzgewächse Westindiens auf annähernd 33 % der Gesammtsumme der Phanerogamen und die holzigen Lianen auf etwa 8 % berechnete. Die Anzahl der europäischen Kletterpflanzen schätze ich auf 170; Nyman zählt insgesammt 9395 Phanerogamen in seinem Conspectus der europäischen Flora auf; wir hätten somit für Europa nur 1,8 % Lianen, wobei zu bemerken ist, dass für Westindien die von Grisebach angegebene Zahl sich nur auf die holzigen Arten beziehen dürfte, da er in seiner Pflanzengeographie (I p. 13) die Lianenform (mit holzigem Stamm) von der Convolvulus- und Cucurbitaceenform (mit krautigem Stengel) unterscheidet.

Bereits Palm (p. 6) bringt einige Bemerkungen über die geographische Verbreitung der Winde- und Cirrenpflanzen und erwähnt (p. 7), dass etwa $^4/_5$ davon zwischen den Wendezirkeln vorkommen. Kerner (Pflanzenleben I p. 630) schätzt die Zahl der Lianen in den Tropenländern auf 2000, in den gemässigten Ländern auf 200 Arten. Diese Zahlen stehen aber weit hinter der Wirklichkeit, die sich nur schwer abschätzen lässt, zurück und auch das Verhältniss $^{10}/_{11}$ für die tropischen Formen scheint mir noch zu gering zu sein.

Sowohl die Tropen der alten als auch der neuen Welt sind beide überaus reich an Formen; welches Gebiet reicher ist, lässt sich schwer entscheiden, doch scheint es, wie auch bereits Palm (p. 7) und Kerner (p. 630) behaupten, dass im tropischen Amerika die Lianen sich reicher entwickelt haben, als in den Tropen der alten Welt, wo Afrika entschieden hinter dem tropisch asiatischen Halbinsel- und Inselreich zurücksteht. Anomale Lianenstämme sind bis jetzt am zahlreichsten aus Südamerika bekannt geworden, wo drei grosse Familien, deren Stämme sich in ganz besonderer Weise durch abweichende Bildungen auszeichnen, zur hauptsächlichen oder ausschliesslichen Formenentwicklung gelangt sind, nämlich die Malpighiaceen, Sapindaceen und Bignonieen.

Der Grundstock der tropischen Flora beider Erdhälften ist ein gemeinsamer, daher giebt es auch eine Anzahl von gemeinsamen grossen Lianenfamilien, die hier wie dort mehr oder weniger reich

vertreten sind, wenn sich auch die Gattungen häufig auf getrennte Gebiete vertheilen. Zu nennen sind:

Filices	**Dilleniaceae**	**Papilionaceae**
Gnetaceae	**Linaceae**	**Caesalpiniaceae**
Smilacaceae	**Malpighiaceae**	**Mimosaceae**
Dioscoreaceae	**Polygalaceae**	**Loganiaceae**
Orchidaceae (Vanilla)	**Hippocrateaceae**	**Apocynaceae**
Araceae	**Vitaceae**	**Asclepiadaceae**
Bambuseae	**Rhamnaceae**	**Convolvulaceae**
Piperaceae	**Euphorbiaceae**	**Acanthaceae**
Polygonaceae	**Passifloraceae**	**Verbenaceae**
Amarantaceae	**Cucurbitaceae**	**Rubiaceae**
Ranunculaceae	**Aristolochiaceae**	**Compositae**
Menispermaceae	**Connaraceae**	

Die gesonderte Weiterentwicklung der tropischen Flora der alten Welt und der neuen Welt, die sich darin ausprägt, dass einige Familien, manche Subfamilien und noch mehr Gattungen nur in dem einem Theile auftreten, lässt sich auch in der systematischen Zusammensetzung der Lianengenossenschaft nachweisen.

So sind der alten Welt ausschliesslich oder fast ausschliesslich eigenthümlich kletternde Arten von

Uvularieae	**Monimiaceae**	**Rutaceae**
Stemonaceae	**Schizandreae**	**Sabiaceae**
Flagellariaceae	**Anonaceae**	**Olacaceae**
Palmae (Raphieae et Calameae)	**Nepenthaceae**	**Phytocreneae**
	Sauraujeae	**Myrsineae**
Pandanaceae	**Dipterocarpaceae**	**Oleaceae**
Ficus	**Tiliaceae**	**Campanulaceae**

der neuen Welt dagegen:

Herrerieae	**Marcgraviaceae**	**Begoniaceae**
Alstroemerieae	**Tropaeolaceae**	**Onagraceae**
Palmae (Morenieae et Bactrideae)	**Sapindaceae**	**Polemoniaceae**
	Trigoniaceae	**Solanaceae**
Cyclanthaceae	**Cactaceae**	**Bignonieae**
Phytolaccaceae	**Loasaceae**	**Mutisieae**
Violaceae		

Mit dieser gesonderten Entwicklung mancher Lianengattungen oder Gattungsgruppen steht im Zusammenhang die Erscheinung, dass in einigen beiden Hemisphären gemeinsamen Familien auch die verschiedenen Modi des Kletterns, die in denselben auftreten, örtlich getrennt erscheinen. Bemerkenswerth sind in dieser Beziehung die Kletterpalmen. Alle Kletterpalmen der alten Welt (Raphieae et Calameae) haben nämlich sog. Flagellen als Kletterorgane, während

von denjenigen der neuen Welt die Desmoncus-Arten (Bactrideae) an der verlängerten Blattrhachis rückwärts gerichtete dornig ausgebildete Blattsegmente als Kletterhaken zur Ausbildung bringen und die Moreniee Chamaedorea desmoncoides nur mit rückwärts gerichteten Fiederblättern ohne besondere Einrichtungen klettert. Die Apocynaceen, grösstentheils windend, besitzen Arten mit Ranken ausschliesslich in den Tropen der alten Welt, die Asclepiadaceen, ebenfalls windend, haben auch nur dort wurzelkletternde Formen hervorgebracht. Die Bignoniaceen enthalten die blattrankenden Vertreter sämmtlich in der neuen Welt, die wurzelkletternden und windenden vorwiegend in der alten Welt.

Noch merkwürdiger aber ist die Erscheinung, dass einzelne Familien, die in zahlreichen Holzgewächsen in den Tropen beider Erdhälften gleichmässig vorkommen, kletternde Formen überhaupt nur in der einen Hälfte ihres Areals erzeugt haben. Aus obiger Liste hebe ich z. B. hervor die Anonaceen, deren zweigklimmende und windende Klettersträucher alle tropisch gerontogäisch sind, während in Amerika keine Lianen aus dieser Familie bekannt geworden sind, ferner die Gattung Ficus, die nur in den Tropen der alten Welt wurzelkletternde Sträucher erzeugt hat, die Sapindaceen, welche bis auf verschwindend wenige und vielleicht aus Amerika stammende Formen (Cardiospermum) die zahlreichen rankenden Formen alle im tropischen Amerika aufweisen. In diesen und ähnlichen Fällen ist es schwierig oder unmöglich Gründe anzugeben, weshalb nicht überall in der Tropenzone die betreffende systematische Sippe Lianen erzeugt hat, da ja die äusseren Bedingungen hierzu überall gegeben waren.

Wie schon hervorgehoben, ist der immergrüne tropische Regenwald der Hauptsitz der Lianen. In den übrigen Vegetationsformationen der Tropen treten sie zurück oder sind überhaupt nicht mehr physiognomiebestimmend. Es sei an dieser Stelle kurz hingewiesen auf die Verhältnisse, wie sie in Brasilien sich geltend machen. Der lianen- und epiphytenreiche Regenwald nimmt hier 2 Hauptareale ein. Längs der Küste bis zu den Randgebirgen des brasilischen Hochlands reichend, von etwa 30° s. Br. in der Provinz Rio Grande do Sul bis in die Provinz Rio Grande do Norte, 4° s. Br., erstreckt sich der brasilische Küstenwald, während die grosse Niederung des Amazonas und des Unterlaufes seiner Nebenflüsse bis zu den Anden hinauf von dem grossen Waldgebiet der Hylaea bedeckt wird, in welchem die tropisch amerikanische Flora ihre höchste

Entwicklung, die holzigen Klettersträucher die grössten Dimensionen erreichen.

Der übrige, grösstentheils höher gelegene Theil des Landes ist von mehr oder weniger offenen Formationen von Savannencharakter (in Südbrasilien die Campos, in Nordbrasilien der Sertão) eingenommen. Hier treten an Flussläufen und an günstig exponirten Bergabhängen der dem Plateau aufgesetzten Serren auch wieder Waldbestände auf, welche je nach dem Maasse der zu Gebote stehenden Feuchtigkeit sich dem Küstenwald in seiner Physiognomie nähern. In diesen Wäldern und ferner auch in den sog. Capões oder kleinen Waldinseln auf den Campos geraës von Minas treten auch Lianen auf und können unter Umständen dieselben Maasse erreichen, wie in dem Küstenwald, ihr Reichthum steht aber entschieden zurück.

Die offenen oder mit lichtem mannshohem Gesträuch bedeckten Campos zeigen nur eine unbedeutende Entwicklung von Lianen; ähnlich wie auf unseren Wiesen sind es niedere krautige Winder oder Ranker, die an den höheren Kräutern und Sträuchern emporklimmen, auch häufig, auf dem Boden niederliegend, gar keine Gelegenheit zum Klettern finden (z. B. Convolvulaceen, Asclepiadaceen). Vielfach begegnet man auf den Campos aufrechten Sträuchern aus Gattungen oder Familien, die im Walde fast nur in kletternden Formen vertreten sind; für manche dieser Campossträucher ist mir die Ableitung von Lianen als eine Rückkehr zum aufrechten Wuchs wahrscheinlich, worauf im speciellen Theil noch besonders hingewiesen ist. Als selbstständige Bildungsheerde von Lianen können diese offenen Formationen nicht angesprochen werden. Dasselbe gilt von den Campos elevados, welche sich im Küstenwaldgebiet auf den höheren Serren oberhalb der Waldgrenze (von ca. 1700—2000 m an) vorfinden und im Wesentlichen gleichen Habitus wie die Campos geraës des Innern tragen. Im Innern der Provinz Pernambuco hatte ich Gelegenheit, die nordbrasilische xerophile Sertãovegetation, die sich durch das Auftreten der eigenthümlichen Barriguda-Bäume und der baumartigen Cereus auszeichnet, kennen zu lernen. Das wellige, hochgelegene Terrain erschien weit und breit mit lichtem, mannshohem Gesträuch bekleidet. Nur kurze Zeit im Jahre, oft nur 2—3 Monate, belaubt sich das Gestrüpp, den grössten Theil des Jahres während der excessiven Trockenheit steht es grau und blattlos da. Hier fanden sich, wo Bäume eingesprengt waren oder das Gesträuch sich höher und dichter zusammenschloss, einige wenige

Kettersträucher (Sapindaceen, Bignoniaceen, Lantana spec.) vor, die aber keine bedeutenden Maasse erreichten und sich von Waldformen ableiten.

Die brasilische Küstenvegetation gliedert sich in die Formationen der Mangue, der Felsstrandflora und der Dünensandflora (Pes caprae Formation). Im Anschluss an letztere betreten wir auf flachem, sandigem Litoral die Restinga, die sich aus immergrünen Büschen, mannshohen Cereus, Sandbromeliaceen, Buschpalmen (Diplothemium) zusammensetzt. In der Mangue begegnen uns nur ganz vereinzelt an der Landgrenze Lianen (z. B. Stigmatophyllum ciliatum, Canavalia bonariensis). In der Restinga dagegen sind sie zwar häufiger, aber auch von untergeordneter Bedeutung. Abgesehen von krautigen Formen mischen sich einige wenige kletternde, oft niederliegende oder verworrene ästige Sträucher ein und leiten sich ohne Zweifel von waldbewohnenden Formen ab, da sie in der Restinga ihre kletternde Lebensweise nicht erworben haben können. So z. B. in der Restinga von Rio und Cabo frio die folgenden:

Coccoloba parviflora Schott.	Heteropteris aenea Griseb.
Hippocratea ovata Lam.	Paullinia weinmanniaefolia Mart.
Tetrapteris mogoriifolia Juss.	Arrabidaea conjugata Mart.
Hiraea Gaudichaudiana Juss.	— subincana Mart.

Die Felsstrandflora und die eigentliche Dünenvegetation entbehrt der Lianen vollständig, aber die typischen, langstengeligen Strandsandkräuter sind zum Theil mit Lianen nahe verwandt, z. B. Ipomoea pes caprae, Canavalia obtusifolia, und mögen vielleicht von windenden Formen abstammen.

Schimper hat in seiner Bearbeitung der amerikanischen Epiphyten (p. 141, 144) dargethan, dass ausserhalb der Tropen die Epiphyten in 2 Gebieten besondere Bildungsheerde aufweisen, weil in diesen ebenfalls reichliche Niederschläge (über 200 cm im Jahre) und hoher Feuchtigkeitsgehalt der Luft als klimatische Bedingungen wiederkehren, nämlich im antarctischen Waldgebiet und in Neuseeland. Es liegt nahe, diese Gebiete nun auch in Bezug auf die Lianen zu betrachten. Infolge des gleichmässigen feuchten Seeklimas ist das südwestliche Küstengebiet Südamerikas, vom Feuerland bis zum 56° s. Br., mit einem dichten Wald bedeckt, an dessen Zusammensetzung die antarctischen Buchen einen Hauptantheil haben.

In dem nördlichen Theil dieses Waldgebiets (von Insel Chiloë an gerechnet) ist die Mischung der Baumarten aus verschiedenen Familien eine mannigfaltige, entsprechend der Zunahme der mittleren Jahrestemperatur. Der Wald nimmt das Gepräge eines tropischen Regenwaldes bis zu einem gewissen Grade an, Bambusen treten auf, Lianen und Epiphyten sollen die Stämme reichlich bekleiden, aber immerhin kann der Reichthum der Formen sich nicht mit den Tropen messen. Grisebach (II p. 489) sagt: „Die Lianen bestehen grösstentheils aus besonderen Familien und Gattungen, unter denen mehrere endemische Smilaceen die bemerkenswerthesten sind (Luzuriaga), namentlich auch eine besonders schöne Art mit grossen rothen Lilienblumen (Lapageria). Die stärkste holzige Liane ist eine Saxifragee (Cornidia) mit armdickem Stamm (nach Philippi), die hoch in die Bäume hinaufsteigt und deren Laub von ihren Kronen herabhängt. Die Gruppe der Lardizabaleen verbindet die Flora von Chile mit Japan und dem Himalaya."

Was Luzuriaga anbelangt, so ist sie zu den Epiphyten zu zählen. Cornidia wird zu Hydrangea L. gezogen. Ausser den chilenischen wurzelkletternden Hydrangea scandens Poepp. treten noch Kittersträucher in dieser Gattung auf im Himalaya und in Japan, nicht aber meines Wissens im tropischen Brasilien und Centralamerika. Die beiden Lardizabalaceen Boquila und Lardizabala sind ausschliesslich chilenisch, die übrigen windenden Gattungen dieser Familie treten in China, Japan, Ostindien und im Himalaya auf. Lapageria ist ebenfalls entschieden endemisch. Ferner ist hervorzuheben, dass die wichtigsten brasilischen Lianenfamilien, wie Menispermaceen, Malpighiaceen, Sapindaceen, Hippocrateaceen, Dalbergieen, Caesalpiniaceen, Bignonieen in Chile gar keine kletternden Vertreter aufweisen (cf. Philippi, Catalogus pl. vascul. chilens. 1881). Von Bignoniaceen ist die Jacarandee Eccremocarpus scaber bemerkenswerth. Von Bedeutung sind ferner Tropaeolum, Lathyrus, Vicia, Loasaceen, Passiflora, Mutisia, also sämmtlich krautige Lianen. Im grossen Ganzen ist somit die südchilenische Lianengenossenschaft systematisch anders zusammengesetzt als die tropisch-brasilische und deutet auf einen selbstständigen Entwicklungsheerd hin, zu welchem entschieden die Grundbedingungen in der dichten Vegetation gegeben sind.

In dem südlichen Theile des antarctischen Waldgebiets, speciell im Feuerland ist der Lianengehalt dagegen ein sehr geringer. Hooker's Flora antarctica II verzeichnet nur folgende: Vicia

Arten), Lathyrus (3 Arten), Galium aparine, Calystegia sepium, ferner Lebetanthus americanus Endl., eine halbkletternde Epacridee, die vielleicht auch zu den Epiphyten zu rechnen ist und wie Luzuriaga entschieden ein eigenthümliches Product des Gebiets darstellt.

Auch in Neuseeland begegnen uns einige endemische Lianenformen neben solchen aus weiter verbreiteten Gattungen. Aus Hooker's New Zealand Flora entnehme ich folgende Liste:

Lycopodium volubile
Lygodium articulatum
Lomaria filiformis
Rhipogonum scandens (kl. Arten ausserdem im Austr.)
Freycinetia Banksii
Cassytha paniculata
Mühlenbeckia adpressa
„ complexa (die Gattung in den australen Ländern weiter verbreitet)
Clematis (5 Arten)
Rubus australis (auch in Australien)
Passiflora (1 Art)
Sicyos angulatus
Angelica rosaefolia
„ geniculata
Metrosideros (6 Arten kl.)
Galium (2 Arten kl.)
Parsonia (2 Arten kl.)
Convolvulus (5 Arten)
Ipomoea tuberculata
Cuscuta (1 Art)

Endemische Producte sind die kletternden Umbelliferen und Myrtaceen. Beide fallen um so mehr ins Gewicht, als die Flora Neuseelands verhältnissmässig arm an Arten ist. Vielleicht gehört zu den Lianen auch Grieselinia (Cornaceae), wenn sie nicht zu den Epiphyten gehört. Sie kommt auch im antarctischen Waldgebiet vor.

Was die Myrtaceen anbelangt, so sind mir aus dieser Familie, die in den Tropen weit verbreitet ist, sonst gar keine kletternden Formen bekannt. Die 6 Metrosideros-Arten sind Wurzelkletterer. M. tomentosa dagegen stellt einen epiphytischen Baumwürger dar und würde somit der Epiphytenliste Schimper's (p. 144) als endemisches Erzeugniss einzufügen sein.

Nach Grisebach (Veget. d. Erde II p. 534) erreicht der immergrüne Wald Neuseelands nicht die Ueppigkeit und Fülle der tropischen Wälder, wenn auch die meisten Vegetationsformen wiederkehren (Farnbäume, Palmen, Liliaceenbäume, Epiphyten). Unter den Waldlianen sollen auf der Nordinsel die Freycinetia und die Smilacee Rhipogonum am häufigsten sein. Die Lianen bilden mit den zahlreichen Formen ein dichtes, undurchdringliches Unterholz.

Wenn auch der Lianenreichthum von Neuseeland und des nördlichen Theiles des antarctischen Waldgebietes keineswegs ein sehr bedeutender im Vergleich mit den Tropen ist, so deuten doch die angegebenen endemischen Lianen in Verein mit den endemischen

Epiphyten darauf hin, dass die Bedingungen zur Erzeugung dieser Vegetationsformen gegeben sind.

Den tropischen Regenwäldern mit ihrem Lianenreichthum stehen als Extreme gegenüber die arctisch-alpine Vegetation, die subtropischen Wüsten- und Steppengebiete.

Im hohen Norden fehlen die Bedingungen für die Existenz der Lianen; aus dem arctischen Gebiet sind keine kletternden Kräuter, um die es sich hier nur handeln könnte, bekannt. Selbst den Weidengebüschen Grönlands, in denen die arctische Flora noch am üppigsten sich entwickelt, gehen sie ab.

In unseren Alpen beherbergt die eigentliche alpine Region keine Kletterpflanzen. Nur Atragene alpina L., die den Gebüschen der Berg- und Voralpenregion angehört, steigt mitunter auch bis in die Alpenregion, ist aber keine eigentliche Alpenpflanze. In dem Dauphiné, den Pyrenäen, in Spanien findet sich Vicia pyrenaica Pour. Sie steigt aus der Bergregion auch in die Alpenregion hinauf, erscheint dann in reducirter Form als niederliegendes Kräutchen und giebt die Rankenbildung und das Klettern mehr oder weniger vollständig auf. Es können also höchstens solche reducirte Kletterpflanzen in die Alpenzone als fremde Bürger eintreten, die Zone selbst ist nicht zur Erzeugung von Lianen geeignet.

Lianenfrei oder ausserordentlich arm sind ferner die Wüsten- und Steppengebiete. Höchstens finden sich in denselben an Stellen, wo das Wachsthum der Stauden ein üppiges ist, krautige kleine Winder und Ranker ein, deren Ursprung in anderen Gebieten zu suchen ist. In den Wüsten und Steppen Südafrikas z. B. fehlen die Lianen fast vollständig mit Ausnahme einiger weniger an den Steppensträuchern emporklimmender krautiger Formen (Convolvulaceen, Cucurbitaceen), und aus Familien oder Gattungen, welche im Uebrigen vorwiegend kletternde Arten enthalten, begegnen uns hier wie in den Campos von Brasilien vielfach Arten als aufrechte Steppensträucher oder Halbsträucher oder als niederliegende Bodenkräuter, von denen manche sich durch Reduction aus kletternden Formen entwickelt haben mögen (z. B. Cucurbit., Passiflor., Papilion., Convolv., Asclepiad.). Solche abgeleitete Formen mögen vielleicht vorstellen unter den Cucurbitaceen die absonderliche Acanthosicyos horrida an der Küste von Hereroland, unter den Passifloraceen Echinothamnus Pechueli [1]) aus Hereroland, unter den Vitaceen Cissus Cramerianus [2]) ebendaselbst

[1]) Engler, Passifl. afr. Taf. IX p. 384.
[2]) Schinz, Verh. Verein Brandenburg. XXX p. 241.

ein rankenloser 3—4 m hoher Baum mit dickem geraden fleischigen Stamm und kurzen dicken sparrig abstehenden Aesten. In Hereroland giebt es nur wenige Lianen. Cardiospermum Pechueli[1]) rankt im Gebüsch. Nach Schinz werden die aus Acacia detinens, A. hebeclada, Terminalia prunioides gebildeten Galleriewälder bei Rehoboth von einer Waldrebe, Clematis orientalis subsp. brachiata durchwoben. Verlassen wir Hereroland und „nähern wir uns dem Kunene, so wird die Vegetationkraft strotzender. Armsdicke Lianen, Strophanthus und Fockea-Arten schlingen sich von Baum zu Baum, die Aeste mit Guirlanden farbenprächtiger Blumen schmückend".[3])

Die mitteleuropäischen Nadelholz- und sommergrünen Laubwälder sind sehr arm an holzigen Lianen. Der wurzelkletternde Epheu, Hedera helix, die windenden Lonicera Periclymenum und Caprifolium und die blattstielrankende Clematis Vitalba, zu welcher in den Alpen noch die dünnstengelige Atragene alpina hinzukommt, sind die einzigen Vertreter, wenn wir von den kaum als Lianen zu bezeichnenden Rubus-Arten und Rosa arvensis absehen. Dagegen erscheinen die krautigen Kletterer reicher an Arten; sie finden in den Formationen der Gebüsche, besonders der Ufergebüsche, und der Wiesen sehr günstige Bedingungen zu ihrer Entfaltung und können zum Theil als specifische Erzeugnisse derselben betrachtet werden. Es sind folgende:

Tamus communis
Humulus lupulus
Cucubalus baccifer
Polygonum convolvulus
— dumetorum
Corydalis claviculata
Fumaria officinalis
— capreolata
Vicia 8 sp.
Ervum 8 sp.
Lathyrus 12 sp.
Bryonia alba
— dioica
Vincetoxicum album
Convolvulus arvensis
— sepium
Cuscuta 4 sp.
Asperula aparine
Galium aparine
Rubia tinctorum

Einige derselben gehören der Adventivflora an. Das Verhältniss der Lianen zur Gesammtzahl der Phanerogamenflora ist somit ein sehr geringes. Etwas reicher ausgestattet ist das Mediterrangebiet,

[1]) Engler: Plantae Marlothianae in Bot. Jahrbücher 1888 p. 38.
[2]) Schinz, Die deutsche Interessensphäre in S.W.-Afrika. Fernschau. IV, Aarau 1890 p. 33.
[3]) Schinz, l. c. p. 39.

aber nicht in allen seinen Vegetationsformationen. Bemerkenswerth für die immergrüne Gebüschvegetation der Maquis Südeuropas, in denen Lianen kein günstiges Feld finden, sind Smilax aspera und Asparagus acutifolius neben rankenden krautigen Vicieen. Dagegen sind die feuchten Bergwälder und Gebüsche reichlicher mit Lianen versehen, wie auch Grisebach (Veget. d. Erde I p. 323) hervorhebt. Die Gattung Clematis, Lonicera sind in mehreren holzigen Arten vertreten, ferner kommen hinzu Periploca (2 sp.), Rosa sempervireus, Vitis vinifera, Hedera helix von holzigen, Tamus, Smilax, Vicieen, Bryonia, Convolvulaceen von krautigen Formen. Besonders reich an Lianen sollen die dichten Waldungen am Pontus an den Abhängen des Caucasus in Abchasien sein (Griseb. I p. 469), wo die bis zu den Kronen der Eichen und Ulmen aufsteigenden Schlinggewächse (Smilax, Vitis, Clematis) mit den Bäumen und Sträuchern undurchdringliche Wände darstellen, in welche man nur auf schmalen Fusspfaden eindringen könne.

Wo im Mittelmeergebiet sich reichlichere Niederschläge einstellen, entfaltet sich die Vegetation unter dem günstigen Einfluss der höheren Temperatur zu dichterem Wuchse als in unseren nordischen Waldungen, Lianen stellen sich in grösserer Anzahl ein und unter diesen giebt es Formen aus Verwandtschaftskreisen, die in den Tropen ihre Hauptentwicklung erfahren.

Vergleichen wir die europäische Flora mit der atlantisch-nordamerikanischen, so zeichnet sich letztere durch eine ungleich reichere Lianengenossenschaft aus und in noch weit höherem Maasse als das Mediterrangebiet durch die Beimischung von holzigen und krautigen Formen, welche in ihrem Ursprung auf die Tropen hinweisen. Diese Erscheinung erklärt sich aus der continuirlichen Verbindung der nordamerikanischen Flora mit der tropischen längs der Küstenländer des atlantischen Oceans bis in die Halbinsel Florida hinein, deren Vegetation einen fast tropisch amerikanischen Charakter trägt, eine Verbindung, welche auch während der Glacialperiode vorhanden gewesen sein muss, während in Europa die tertiäre Flora in ungleich höherem Maasse durch das Vorrücken der Vergletscherung vernichtet wurde.

In den Südstaaten, von Florida sich nach Nord-Carolina und Virginien mehr oder weniger weit erstreckend, begegnen uns eine grössere Anzahl von tropischen Lianenformen, unter denen ich aus Chapmans Flora folgende als Beispiele hervorbeben möchte;

Lygodium palmatum	Passiflora
Dioscorea villosa	Wistaria frutescens
Smilax	Rhynchosia
Vanilla planifolia	Centrosema Virginiana
Pisonia aculeata	Galactia
Brunnichia cirrhosa	Canavalia altissima
Cassytha filiformis	Hecastaphyllum Brownei
Schizandra coccinea	Plumbago scandens
Cocculus carolinus	Gelsemium sempervirens
Calycocarpum Lyoni	Forsteronia difformis
Menispermum canadense	Echites
Rhus Toxicodendron	Metastelma
Cissus	Sarcostemma
Berchemia volubilis	Gonolobus
Sageretia Michauxii	Convolvulaceae
Gouania domingensis	Tournefortia volubilis
Hippocratea ovata	Bignonia capreolata
Cardiospermum ovata	Tecoma radicans
Tragia macrocarpa	Chiococca racemosa
Decumaria barbara	Valeriana scandens
Aristolochia sipho	Mikania scandens.
— tomentosa	

Der grösste Theil dieser Gattungen ist auch für Brasilien charakteristisch. Von den genannten Lianen dringen manche mehr oder weniger weit nach Norden in die sommergrünen Laubwälder vor, so z. B.:

Cocculus carolinus bis Illinois
Calycocarpum Lyoni bis Kentucky
Mikania scandens bis New England
Bignonia capreolata bis Virginien und Illinois
Tecoma radicans bis Pennsylvanien
Gelsemium sempervirens bis Virginien
Aristolochia sipho bis Pennsylvanien und Kentucky
— tomentosa bis Illinois
Tragia macrocarpa bis Kentucky
Lygodium palmatum bis Massachusets etc. etc.

Die nördlichen vereinigten Staaten des Westens, vom Ocean bis Mississippi, Tennessee und bis zum nördlichen Theil von Carolina enthalten nach dem Manual of Botany von Asa Gray etwa 100 Arten Lianen, die südlichen Staaten von Tennessee, Nord-Carolina und Mississippi im N. und O. begrenzt nach Chapmans Flora etwa 140, während in Mitteleuropa nur 50 Lianen auftreten. In ganz Europa mögen etwa 170 Lianen vorhanden sein, wovon der grösste Theil, über 100, auf die Vicieen fällt und die übrigen zeigen bei weitem nicht die mannigfaltige systematische Herkunft wie die nord-

amerikanischen, die weit zahlreicher an holzigen Formen und an tropischen Elementen sind.

Die nämliche Erscheinung wie in den atlantischen Staaten von Nord-Amerika offenbart sich in Ostasien, wo die tropische Flora ebenfalls mit der temperirten in Verbindung steht. Japan und China enthalten daher auch in ihrem nördlichen Theile eine grosse Anzahl von Lianen tropischer Herkunft. In Südchina, das zum Theil noch in die Tropen fällt, treten eine grosse Anzahl tropisch asiatischer Lianengattungen auf, wie aus der Aufzählung der chinesischen Flora von Forbes und Hemsley zu ersehen ist. Ich führe als Beispiele an:

Uvaria	Cansjera	Pueraria
Artabotrys	Jodes	Bauhinia
Nepenthes	Hippocratea	Entada
Securidaca	Ventilago	Codonopsis
Hiptage	Quisqualis	Embelia
Toddalia	Mucuna	Gelsemium

Manche tropische Formen erstrecken sich weiter nach nordwärts, auch nach Japan, und von eigenthümlichen Arten des chinesisch-japanesischen Florengebiets haben viele ihre nächsten Verwandten in den Tropen. Die wichtigsten holzigen Lianen des so ausserordentlich bunt zusammengesetzten laubabwerfenden Waldes auf Japan (600—1600 m. Zone) und des wintergrünen Laubwaldes in Südjapan sind nach Rein (Japan p. 168 ff.):

Schizophragma hydrangeoides	Schizandra
Hydrangea petiolaris	Kadsura
Rhus Toxicodendron	Actinidia
Evonymus radicans	Stuartia
Menispermum dahuricum	Akebia quinata
Celastrus articulata	Wistaria chinensis
Vitis inconstans	Pueraria Thunbergiana

Im Allgemeinen ergiebt sich somit, dass in den temperirten Gebieten, die mit den Tropen in Verbindung stehen, eine viel grössere Mannigfaltigkeit vor allem der holzigen Lianenformen, wie überhaupt der gesammten Flora sich einstellt. Der Hauptstock der Kletterpflanzen der temperirten Gegenden leitet sich von tropischen Florenelementen ab, wenn auch vielfach, wie besonders in Japan—China eine Weiterentwicklung stattgehabt hat. Dies gilt weniger von den krautigen Formen, denn die rankenden Vicieen, die ihre Hauptentwicklung in den gemässigten Ländern finden, dürften auch dort ihre kletternde Lebensweise erlangt haben.

II.

Die Spreizklimmer.

§ 1.

Allgemeines.

Zu dieser ersten biologischen Gruppe gehören alle Kletterpflanzen, welche weder winden, noch reizbare Kletterorgane, noch Haftwurzeln haben. Gemeinsam ist allen Spreizklimmern ein freies Ruhen des Sprosssystems auf den Aesten der Stützpflanze. Das Auflegen geschieht nun entweder derart, dass die Langsprosse in das Geäst hineinwachsen, sich bald rechts, bald links anlehnen, bald durch ihr Gewicht überneigen, bis sie auf eine Stütze zu liegen kommen oder, in den häufigsten Fällen, derart, dass die gespreizt abstehenden Seitenäste der Langtriebe sich auf die dargebotenen Stützen auflagern. Eine bessere Befestigung wird erreicht, wenn Stachelhaare, Stacheln oder Dornen an Stengeln oder Blättern vorhanden sind und als Widerhaken fungiren.

Abgesehen von den kletternden Palmen, an denen wir sehr vollkommene Kletterhaken oder lange, mit Kletterstacheln besetzte Flagellen antreffen, — Bildungen, die sich als deutliche Anpassungen darstellen, — stehen die Spreizklimmer auf der untersten Stufe der Kletterpflanzen. Aber trotz der unvollkommenen Klettervorrichtungen steigen manche hierher gehörigen Lianen im Walde bis auf die höchsten Bäume hinauf, begünstigt von dem dichten, viele Stützen darbietenden Unterholz.

Es sind in dieser Gruppe auch einige kaum als Kletterpflanzen zu bezeichnende Gewächse zu erwähnen, die nur wenig in ihrem Habitus von nicht kletternden Kräutern und Sträuchern abweichen und eine Vorstellung von den phylogenetischen Vorstufen der vollkommenen Kletterpflanzen geben können.

Sowohl Winder als auch Ranker, unter letzteren namentlich die Zweigklimmer und Reizhakenklimmer, konnten aus Spreizklimmern hervorgehen, während die Wurzelkletterer mit den kriechenden Gewächsen in näherer Beziehung stehen.

Manche Spreizklimmer erinnern in ihrem Habitus schon sehr an Windesträucher, ohne indessen winden zu können. In gewissen Familien oder Gattungen giebt es einerseits spreizklimmende, anderseits schlingende Sträucher und manche schwache oder unvollkommene Winder, wie z. B. Solanum dulcamara, vereinigen gewissermassen beide Modi in derselben Species. Wenn die zahlreichen tropischen Klettersträucher, die in den Floren nur als Frutices scandentes bezeichnet sind, in Bezug auf das Verhalten ihrer Langtriebe und ihre ganze Lebensweise genauer untersucht werden, so wird man, glaube ich, zahlreiche Uebergangsformen zwischen Spreizklimmer und Windesträucher finden können. Indessen würde es voreilig sein, sämmtliche windenden Pflanzen phylogenetisch von Spreizklimmern ableiten zu wollen.

Wenn die Samen eines Strauches, der an Waldrändern oder offenen Stellen wächst, durch Zufall in das schattige Waldinnere gelangen und dort keimen, so erzeugt die Schattenform viel längere Internodien der Stengel, als am Licht. Diese Längsstreckung infolge Etiolement ist zunächst nur als eine reine physiologische Reaction anzusehen, als eine Reizwirkung, die nicht mit einem biologischen Zweck verbunden zu sein braucht.

Die junge Pflanze wird, vorausgesetzt, dass die Art nicht aus einem extrem sonnigen und trockenen Standort stammt, vielmehr eine gewisse Plasticität schon besitzt, im Dickicht emporwachsen und es ist wohl vorstellbar, dass infolge blosser Versetzung in den Waldesschatten ein solcher Strauch den Habitus eines Kletterstrauches annehmen kann, wenn die Streckung der Internodien eine sehr starke ist, die Langtriebe ein sehr ausgiebiges Längenwachsthum besitzen und dieselben sich dann nicht mehr selbst aufrecht halten können. Für die Weiterentwicklung solcher Gewächse zu typischen Kletersträuchern scheint mir nun folgendes Moment von Bedeutung zu sein. Sträucher von belichtetem Standort sind gewohnt, am Lichte zu blühen und zu fructificiren. Von den Exemplaren werden nach Versetzung in den Wald diejenigen blühen und fruchten, welche am höchsten, bis in die Kronen der Stützbäume hinein, gelangt sind, mithin am besten sich zu kletternder Lebensweise erprobt haben,

und diese werden die für das Klettern günstigen Eigenschaften auf ihre Nachkommen vererben und infolge der Selection verstärken.

Diesen Entwicklungsgang scheinen thatsächlich mehrere Lianen des brasilischen Waldes zurückgelegt zu haben.

Die Spreizklimmer zeigen je nach ihren Ausgangsformen sehr verschiedene Tracht. Wenn ein dicotyler Strauch zu einer Liane wird, so entsteht ein andrer Habitus, als aus einer Bambusee oder einer Palme oder einer Cyperacee. Im folgenden sei versucht, eine Anzahl hierher gehöriger Kletterpflanzen übersichtlich zusammenzustellen und unter Rücksicht auf ihren Habitus und ihre sonstigen Eigenthümlichkeiten in Untergruppen zu vereinigen.

§ 2.

Unbewehrte spreizklimmende Sträucher und Kräuter.

Hierher rechne ich alle kletternden Sträucher und Kräuter, welche mit spreizenden Seitenästen aufsteigen und keine Dornen, Stacheln oder Kletterhaken tragen, somit in einfachster Weise klettern.

Zunächst will ich einige brasilische Klettersträucher von solchem Verhalten erwähnen und im Anschluss daran auf andere hierher gehörige Vertreter hinweisen. Eine vollständige Aufzählung derselben ist wegen der Ungenauigkeit der Angaben der Floren zur Zeit nicht zu geben.

Fuchsia integrifolia Camb. ist eine der prächtigsten Kletterpflanzen der Gebirge Südbrasiliens. Gardner [1]) bemerkt von derselben: „ad radices montium et usque ad 1000—1500 met. altid. planta est sarmentosa, supra arbores prope rivulos ad 15 m. scandens, in montibus contra altioribus (2—3000 m.) arbuscula 1—3 metralis evadit.“ Von der Richtigkeit dieser Angaben habe ich mich in der Serra dos Orgãos bei Rio überzeugen können. In den Wäldern an den Abhängen der Serra klettert die Fuchsia hoch auf die Waldbäume hinauf, indem sie ihre langen Triebe nur mit den horizontal abstehenden Seitenästen durch Auflehnen befestigt, ihre holzigen Stämme können Armdicke und mehr erreichen, sind nicht gewunden. Von den Baumkronen hängen die langen, reich mit Blüthen besetzten Endschösslinge in Bogen herab und gereichen den Waldrändern zum hohen Schmuck. Steigt man in der Serra zur Kammhöhe durch das Dickicht des Waldes empor, so verlässt man bei ca. 1800 m den Wald und gelangt auf Felsenhalden, bedeckt

[1]) Gardner in herb. Kewense cit. in Flora brasil. XIII 2 p. 175.

mit zahlreichen subalpinen Sträuchern und Kräutern vom Habitus der Camposgewächse. Unter strauchigen Melastomaceen, Compositen, Ericaceen tritt uns hier die Fuchsia in verkleinertem Massstabe als mannshoher Strauch von buschigem Habitus und mit etwas kleinerer Blüthe entgegen. Die beiden anderen brasilischen Arten von Fuchsia sind gleichfalls Sträucher, welche auf den höheren Gebirgen einheimisch sind und als charakteristische Gewächse zu der Strauchflora derselben gehören. Die Vermuthung liegt sehr nahe, dass Fuchsia integrifolia von den Gebirgshöhen in die Bergwälder hinabgewandert ist und dort sich zur Liane entwickelt hat. In den untersten Regionen des südbrasilischen Waldes scheint sie nicht oder nur selten aufzutreten. Dagegen traf ich sie als Liane in grosser Menge auf der Serra do mar zwischen Joinville und São Bento in Sa. Catharina, wo sie zusammen mit zahlreichen Farnbäumen und hohen Bambusen in dem Walde auftritt, welcher den Uebergang vom tropischen Küstenwald zu den subtropischen Araucarienbeständen des Plateaus dieser Provinz vermittelt.

Die kletternden brasilischen Amarantaceen und, wie es mir scheint, überhaupt sämmtliche kletternde Formen dieser Familie gehören ebenfalls zu der vorliegenden · Untergruppe. Hebanthe holosericea (Mart.) ist ein häufiger Kletterstrauch Südbrasiliens mit weichholzigen Stämmen. An offenen Stellen, an Waldrändern oder auf den Roças der Kolonisten wächst sie als ausgebreitet ästiger Strauch, während im Walde die Internodien und Langtriebe bedeutend länger werden und die Schösslinge mit Hülfe der sparrig abstehenden Zweige emporklettern und sich zu typischen Lianenstämmen entwickeln. Nie sah ich an denselben Umwinden von Stützen. Während an offenen Stellen der Strauch bald zur Blüthenbildung übergeht, scheint dies im Walde erst zu geschehen, wenn die Liane aus dem Schatten in den Baumwipfel gelangt ist. Dieser Kletterstrauch verdient ebenso wie die obige Fuchsia besonderes Interesse wegen des Einflusses des Standorts auf den Habitus. Hebanthe pulverulenta Mart. β. rufescens traf ich häufig in den Wäldern der Serra dos Orgãos und zwar nur als Liane mit gleichem Verhalten wie vorige, was den Klettermodus anbelangt und ebenso Chamissoa macrocarpa Kunth im Walde bei Blumenau.

Auch einige krautige Amarantaceen Brasiliens verdienen hier erwähnt zu werden, weil sie sich den genannten Lianen im Kleinen als halbkletternde Kräuter anschliessen. So entwickelt die Chamissoa altissima Kunth ebenfalls sehr lange Internodien an den

Haupttrieben, die sich mit spreizenden Seitenästen auf andere Waldkräuter und kleine Sträucher auflegen. Ein gewisses Interesse verdient die Telanthera praelonga Moqu., welche an der brasilischen Küste verbreitet ist. Sie gedeiht sowohl im Strandsand in der Zone der Ipomoea pes caprae als niederliegendes, mit langen Zweigen kriechendes Sandkraut, als auch in der Strauchformation der sog. Restinga, die sich an die eigentliche Strandzone auf flachem sandigen Küstenterrain anschliesst, und zwar hier als reich sparrig verzweigtes und zwischen den Sträuchern emporkletterndes Gewächs. Ob nun die niederliegende Form des Strandsandes oder die kletternde die ursprüngliche ist, lasse ich dahingestellt. Dass typische kriechende Strandpflanzen mit langen, niederliegenden Stengeln von Kletterpflanzen abstammen können, ist mir sehr wahrscheinlich und dürfte vielleicht zutreffen für die strandbewohnende Canavalia obtusifolia, sowie für Ipomoea pes caprae und andere Arten, deren nächste Verwandten alle winden. Für T. praelonga scheint mir aber eher das Umgekehrte zuzutreffen, weil die Amarantaceen reich sind an kriechenden, niederliegenden Arten und arm an Lianen.

Die Familie der Polygonaceen enthält ausser Windern, wie Polygonum Convolvulus L., Rankern wie Brunnichia und Antigononum auch Spreizklimmer und zwar innerhalb der grossen meist Sträucher oder kleine Bäume umfassenden Gattung Coccoloba.

Coccoloba ochreolata Wedd. ist ein unvollkommener Kletterstrauch Brasiliensis, gewissermassen im Begriffe stehend, sich zu einer Liane zu entwickeln; sie hat sehr lange in Bogen überneigende und auf anderes Gesträuch nach Art der Brombeeren sich stützende Triebe. In der Restinga bei Cabo frio, Prov. Rio, traf ich C. parvifolia Schott als sparrig verzweigten zwischen den übermannshohen Restingasträuchern kletternden Strauch. Als dickstämmige und hochhinaufgehende Liane tritt C. striata Benth. in den Wäldern der Umgebung Pernambucos auf. Die Stämme zeigten kein Umwinden der Stützen. G. Lindau bemerkt in seiner Monographie der Gattung (p. 107): „Sehr häufig sind in Guyana und Brasilien die kletternden Coccoloben (C. excelsa, lucidula, Moseni, sticticaulis etc.; doch kommen, wenn ich mich auf die Angaben der Sammler verlassen darf, viele aus dieser Kategorie auch als aufrechte Sträucher vor (so z. B. C. crescentiifolia, guyanensis, striata)“. Die kletternden Arten werden von den Sammlern als Frutices subscandentes, scandentes, ascendentes angegeben, einige

auch (siehe Lindau's Monogr.) als Frutices volubiles (C. excelsa, racemulosa, Moseni). Für diese ist mir aber das Winden sehr zweifelhaft und dürften die Angaben auf flüchtiger oder ungenauer Beobachtung beruhen. Dass dieselbe Art als aufrechter Strauch und als Kletterstrauch auftreten kann, je nach dem Standort, ist ein bei Spreizklimmern häufiges Vorkommniss.

Kletternde Lauraceen habe ich nicht beobachtet. Die Familie scheint zu einer solchen Lebensweise wenig Neigung zu haben. Mez sagt (Laur. Americ. p. 497): „Kl. Str. sind sehr selten; Ocotea declinata und O. debilis werden von den Sammlern als solche bezeichnet. Ein windender Strauch ist Ocotea Tarapotana. Die schwache Ocotea Boissieriana sucht für die Last ihrer fast einfachen herabhängenden Zweige die Aeste der umstehenden Bäume als Stütze". Wahrscheinlich sind alle diese Formen einfache Spreizklimmer.

Unter den Capparidaceen ist die bei Rio häufige Capparis lineata Domb. zu den Spreizklimmern zu rechnen. Sie legt ihre Langtriebe mit Hülfe der sparrig abstehenden Aeste auf anderes Gesträuch, klettert aber nicht sehr hoch und kommt an Wegrändern und Böschungen als überhängender Strauch vor. Auch in der tropisch asiatischen Flora treten kletternde Capparis-Sträucher auf. Dieselben besitzen aber kurze gekrümmte Stipulardornen, welche die Befestigung an den Stützpflanzen erleichtern und sind daher zu den in § 3 behandelten bedornten Spreizklimmern zu rechnen. Nach Treub (Ann. Buit. III p. 172) ist z. B. C. Roxburghi ein solcher Kletterstrauch mit langen, nicht windenden, sondern mit Hülfe der Dornen sich festankernden Zweigen. Ein Dimorphismus der Triebe macht sich hier bereits geltend, indem die Seitenzweige an den Langtrieben gewöhnlich unbewehrt sind und ebenso sind nach Treub bei C. Mitchelii die recht gut kletternden Langtriebe allein bedornt, während die Seitenzweige höchstens an der Basis Dornen tragen. Diesen beiden schliesst sich C. xylophylla an, wie mir Prof. Schimper mittheilt.

Die Caesalpiniaceen liefern in der Gattung Cassia einige spreizklimmende Sträucher, welche der Gruppe Chamaefistula Benth. Sectio 1 Bacillares angehören, z. B. Cassia quinquangulata Rich., C. scandens R. et P. etc.

Die Verbenaceen enthalten neben Windern wie z. B. die prächtige südbrasilische Petraea volubilis auch echte Spreizklimmer. Mehrere Arten von Lantana, so L. lilacina Desf., in den

Wäldern bei Rio klettern regelrecht mit holzigen geflügelten Stämmen an Bäumen empor, mit geraden Langtrieben und spreizenden Seitenästen. Die windenden Formen dieser Familie scheinen aus solchen einfachen Klettersträuchern hervorgegangen zu sein.

Unter den Borragineen ist Tournefortia laevigata Lam. als spreizklimmender Strauch Südbrasiliens, zu erwähnen, während andere Arten dieser Gattung echte Winder sind. An offenen Stellen wächst sie als Strauch, im Wald bildet sie Lianenstämme, an denen sich zerstreute grosse stumpfe Korkwarzen entwickeln. Obwohl diese Bildungen nicht direct dem Klettern dienen, mögen sie doch für das Festhalten des Stengels im Geäst der Stützpflanzen unter Umständen in Betracht kommen.

Von den brasilischen kletternden Compositen gehören zu den Spreizklimmern einige Arten von Calea, so die dünnstengelige krautige Calea pinnatifida Less., die ich in der Serra dos Orgãos antraf, die ebenfalls krautige Trixis divaricata, bei Cabo frio im Gebüsch kletternd gefunden, ferner in den Gebüschen der Campos von Minas Bidens rubifolius, H. B. K., welche dünne holzige Stämme entwickelt, und endlich einige Arten der Gattungen Vernonia und Piptocarpha, z. B. Vernonia sericea Rich., V. scorpioides Pers., Pipt. Lundiana Bak., Pipt lucida Bennet. Die letztgenannten Sträucher Südbrasiliens sind nur unvollkommene Kletterpflanzen. Piptocarpha oblonga Bak., Albertinia brasiliensis Spr. und andere verwandte Vernonieen sind kaum als Kletterpflanzen zu bezeichnen; sie treiben lange Schösslinge mit zweizeilig in eine Ebene gestellten Seitenzweige, die überhängen und auf benachbartes Gebüsch sich legen können. Solche Sträucher können als Ausgangsformen für die höher stehenden Spreizklimmer betrachtet werden.

Auch die Gymnospermen stellen Vertreter zu der vorliegenden Lianengruppe. Unter den Arten der Gattung Ephedra giebt es eine Anzahl von kletternden und halbkletternden Formen, deren Stengel nicht winden, sondern spreizklimmen, so nach Stapf (p. 8) E. altissima, Formen von E. foliata, fragilis, alte. Die zahlreichen dünnen Zweige bilden lockere Gewirre, legen sich auf Sträucher oder niedere Bäume und bilden herabhangende Mähnen. Die Ephedra-Arten zeigen z. Th. grosse Vielgestaltigkeit in Bezug auf den Habitus und kommen als aufrechte oder halbkletternde Büsche vor. Von E. fragilis der Canaren und Mediterranküste sagt Stapf (p. 53): Frutex habitu vario, nunc in arboribus et arbustis alte scandens, vel in

saepibus subscandens, nunc solo prostratus vel e locis editis longissime propendens, nunc erectus humilis vel fere arborescens, ramulis mox flexuosis tenacioribus, mox rigidis fragillimis". Der Standort dürfte auf die Herausbildung solcher Formen, welche ein gewisses Interesse für die Phylogenie der Kletterpflanzen haben, von grosser Bedeutung sein.

Abgesehen von den krautigen kletternden Amarantaceen enthält die brasilische Flora noch manche andere spreizklimmenden Kräuter, so z. B. die Rubiacee Diodia gymnocephala K. Schum., die mit ihren dünnen gespreiztästigen Stengeln zwischen Strauchwerk bis zur Mannshöhe sich erheben kann, während sie an offenen Stellen am Boden niederliegt. Andere krautige dünnstengelige Rubiaceen dagegen haben sich schon zu echten Windern entwickelt wie die in Brasilien häufige Endlichera umbellata K. Sch. und die schönblüthigen Manettien. Plumbago scandens, klettert in gleicher Weise in Hecken und Gesträuch, ohne zu winden.

Aus unserer Flora würde Cucubalus baccifer L., der im Flussufergebüsch bis 2,50 Meter in die Höhe klettert, als krautiger Spreizklimmer zu erwähnen sein.

Im Anschluss an die besprochenen Vertreter liessen sich hier noch eine grosse Anzahl tropischer Klettersträucher anreihen. Ich verweise bezüglich derselben auf die in Cap. 1, § 6 gegebene systematische Uebersicht, in welcher der Modus, soweit aus den Angaben zu entnehmen war, bei den einzelnen Gattungen bemerkt ist. Auch in den Tropen der alten Welt giebt es hierhergehörige Lianen. Nach gütigst mitgetheilten Beobachtungen von Prof. Schimper gehören z. B. folgende auch in der Liste verzeichnete Arten hierher:

Tiliaceen:	Einige Grewia-Arten
Meliaceen:	Cipadessa scandens
Connaraceae:	Connarus-Arten
Rhamnaceae:	Colubrina nepalensis
Euphorbiaceae:	Phyllanthus reticulatus
	Briedelia ovata
	Croton-Arten
Elaeagnaceae:	Elaeagnus latifolia.

Als unterste Stufe der spreizklimmenden Sträucher oder als Uebergangsformen von aufrechten Sträuchern zu kletternden möchte ich hier noch einige Formen erwähnen, welche lange, etwas überhängende Schösslinge mit wagerecht abstehenden und an den über-

hangenden Theilen auch nach rückwärts oder oben gerichtete Seitenäste erzeugen und sich mit diesen auf benachbarte Sträucher legen, ohne zu eigentlichen Lianen sich zu entwickeln.

So verhält sich die in Brasilien weit verbreitete Rubiacee Chiococca brachiata R. et Pav., die Verbenacee Aegiphila cuspidata Martius, verschiedene Compositen aus den Gattungen Vernonia, Piptocarpha und manche andere. Fr. Müller (Kosmos VI p. 327) betrachtet solche unvollkommene Kettersträucher als erste Entwicklungsstufe zu seinen sog. Zweigklimmern, die den Rankern zuzuzählen sind, und sich von den ersteren nur durch das allerdings sehr wichtige Merkmal der Reizbarkeit der Seitenzweige für Contact unterscheiden.

Zum Schluss will ich noch auf einige hierher gehörige monocotyle Kletterpflanzen hinweisen.

Die Commelinacee Dichorisandra Aubletiana Roem. et Schult., häufig in der Serra dos Orgãos, klettert mit gespreizten Aesten ziemlich hoch im Gebüsch. Die Aeste stehen horizontal von den nur mit Scheidenblättern besetzten dünnen langgliedrigen Langtrieben ab, verzweigen sich mehrmals, indem sie sich in das Geäst der Stützpflanzen hineinflechten. Aehnlich dürfte sich die peruanische Campelia scandens Hssk. verhalten. Fast denselben Habitus zeigt uns Panicum divaricatum L. in Brasilien mit dünnen langen abwechselnd beasteten Halmen.

Ferner gehören hierher gewisse kletternde Arten der Gattung Asparagus. So z. B. der mediterrane A. acutifolius, ein Charakterstrauch der Maquis, häufig zum Beispiel auf der Halbinsel Antibes bei Nizza. Die Zweige der aus dem Rhizom hervorkommenden Stengel sind sehr sparrig, verflechten sich innig mit benachbarten Sträuchern und werden in denselben zugleich festgehalten durch die zahlreichen kleinen Büschel von nadelartigen Cladodien. Andere Arten des Mediterrengebietes und des Kaplands sind noch weit bessere Kletterer, winden aber mit ihren Langtrieben wie z. B. A. plumosus.

§ 3.

Bedornte, spreizklimmende Sträucher.

Eine grössere Anzahl von spreizklimmenden Sträuchern sind ausgezeichnet durch den Besitz von Dornen, welche entschieden dazu

beitragen, die kletternden Sprosse besser in dem Geäst der Stützbäume zu befestigen oder das Herabrutschen zu erschweren. Die Dornbildung an und für sich ist nun keineswegs als besondere Anpassung für kletternde Lebensweise aufzufassen. Sie mag schon als Schutzmittel gegen Thiere den hierher gehörigen Sträuchern eigenthümlich gewesen sein, bevor sie zu Lianen wurden, und ist dann als günstige Eigenschaft beibehalten worden. Indessen ist in einigen Fällen die nach rückwärts gekrümmte Form der Dornen und die Vertheilung derselben an den Lang- und Kurztrieben möglicherweise erst in Folge der neuen Lebensweise durch Selection gezüchtet worden. Solche bedornte Spreizklimmer können betrachtet werden als phylogenetische Vorstufen zu gewissen Rankern mit reizbaren Kletterhaken, und zwar zu denjenigen Hakenklimmern, deren irritabele Kletterorgane unzweifelhaft aus echten Dornen hervorgegangen sind (Olax, Luvunga). Es steht hier die Frage offen, ob gewöhnliche Dornen unter Umständen nicht schon eine versteckte oder schwache Contactreizbarkeit besitzen können, so dass nur die Selection einzugreifen brauchte, um die höchst eigenartigen reizbaren Kletterdornen hervorzurufen.

Als Typus der bedornten Spreizklimmer kann die Nyctaginacee Bougainvillea spectabilis Willd. betrachtet werden. Einheimisch in den südbrasilischen Wäldern, tritt sie dort als dickstämmige und hochkletternde Liane auf und gereicht mit ihren prächtigen rosa gefärbten Bracteen der reich mit Inflorescenzen besetzten herabhangenden Blüthensprosse der Landschaft zu hohem Schmucke. Sehr häufig sieht man sie in den Gärten von Rio angepflanzt und auch das Klima der Riviera sagt ihr zu.

Die Langtriebe der Bougainvillea sah ich niemals winden, sie wachsen vielmehr zwischen Gesträuch oder im Geäst der Stützbäume empor, stützen sich mit den abstehenden Seitenästen und mit Hülfe von axillären rückwärtsgerichteten und verholzenden Zweigdornen (in jeder Achsel zu 1), die auch nach dem Abfallen der Blätter erhalten bleiben und allmählich von dem in die Dicke wachsenden alten Stamm eingeschlossen werden, wenn sie nicht vorher schon abgebrochen sind. Armdicke Stämme erscheinen daher aussen glatt. Nicht alle Zweige der Pflanze sind bedornt, vielmehr erzeugen die von den Kronen herabhangenden, Inflorescenzen tragenden Zweige in der Regel keine Dornen in den Blattachseln, eine Erscheinung, die auch bei andern Dornsträuchern wiederkehrt.

Die verwandte Gattung Pisonia enthält ebenfalls einige aller-

dings nicht sehr vollkommen kletternde Sträucher, die sich im Wesentlichen wie Bougainvillea verhalten. So ist die in den Tropen weit verbreitete P. aculeata L. ein dorniger halbkletternder ausgebreitet ästiger und oft undurchdringliche Dickichte bildender Strauch, den ich bei Sapopemba, Prov. Rio, als Liane antraf, mit geraden Langtrieben, an jedem Knoten mit kurzem rückwärtsgerichteten Zweigdorn.

Neben einigen windenden Formen besitzt auch die Familie der Phytolaccaceen hierhergehörige Formen. So ist z. B. die Seguieria longifolis Benth., die ich in der Serra dos Orgãos antraf, ein unvollkommener Kletterstrauch mit langen geraden Trieben, an deren Knoten je 2 kurze rückwärts gerichtete Stipulardornen sitzen.

In den Wäldern von Blumenau tritt eine Ulmacee, die Celtis brasiliensis Gardn. als charakteristischer Kletterstrauch mit Stämmen von Schenkeldicke auf. Die langen Triebe stellen ihre gespreizten Seitenzweige zweitheilig in eine Ebene und tragen am Grunde der Blattstiele je 2 nach unten gekrümmte starke Zweigdornen. Die an den Seitenzweigen entstehenden kleinen Zweige höherer Ordnung, sowie die neuen Sprosse, die als Beisprosse neben den bedornten entstehen, haben gewöhnlich keine oder nur schwach entwickelte Dornen. Es zeigt sich hier somit eine Art von Dimorphismus der Zweige. Der Strauch legt sich mit den ausgebreiteten Seitenzweigen auf andere Sträucher, klettert im Walde hoch empor und bildet stellenweise Dickichte.

Die Familie der Cactaceae besitzt ausser einigen wurzelkletternden Cereus-Arten nur noch innerhalb der Gattung Peireskia kletternde Formen. Bei Blumenau tritt Peireskia aculeata Pl. als dickstämmige und hoch in die Baumkronen gehende Liane auf, während sie an offenen Stellen auch strauchig niederliegend ästig vorkommt. Die Langtriebe tragen an der Basis der abwechselnden Blätter zwei kurze Stipulardornen. Nach dem Blattfall sprosst aus jeder Achsel ein kopfiger Wulst mit vielen aufgesetzten, zolllangen Dornen, die nach Göbel umgewandelte Blattorgane vorstellen sollen.[1]) Ohne Zweifel tragen diese Dornbüschel nicht unwesentlich zur nach-

---

[1]) cf. Göbel, Pflanzenbiolog. Schild. I p. 73. Abschneiden der Stammspitze bei P. grandifolia bewirkte Austreiben der Achselsprosse, an denen nun statt der Dornen Blätter in gleicher Anordnung sich bildeten.

träglichen Befestigung der Liane an den Stützpflanzen bei, wenn sie auch nicht im Zusammenhang mit der kletternden Lebensweise entstanden sein mögen. Die Triebe zeigen kein Umwinden von Stützen.

Zur vorliegenden Gruppe gehören auch die in § 2 bereits erwähnten bedornten Capparis-Arten, bei denen wie bei Celtis ein Dimorphismus der Triebe eingetreten ist.

Von Compositen ist als Spreizklimmer mit Stipulardornen die Mutisiee Chuquiragua Regnellii Bak. zu erwähnen, die ich in einem Wald am Itacolumi vorfand.

An dieser Stelle ist auch die Solanee Lycium barbarum, aus Spanien und Südfrankreich stammend und bei uns eingebürgert, anzureihen. Kerner (p. 631) giebt eine Schilderung derselben. Die Langsprosse wachsen gertenartig im Gebüsch empor und erzeugen dann aus ihren oberen Blattachseln horizontale Dornen, die die Sprosse in das Geäst der Stützpflanzen einflechten. Nach einigen Jahren kann der Strauch eine ganze Baumkrone durchwachsen und lässt dann seine Triebe bogenförmig von derselben herabhängen.

Bedornte Spreizklimmer scheinen mir zu sein:
die Celastracee Gymnosporia emarginata (Java) nach Schimper, die Rhamnaceen Zizyphus Oenoplia Mill. (Ostindien) mit Stipulardornen, als Heckenstrauch benutzt, und nach Schimper auch Sageretia parviflora (trop. As.), denen sich noch manche andere anschliessen dürften.

§ 4.
Bestachelte Spreizklimmer.

Biologisch schliessen sich an die bedornten Spreizklimmer diejenigen mit rückwärts gerichteten hakenförmigen Stacheln von Trichomnatur oder mit Stachelhaaren an. Für diese Organe gilt das Gleiche, was über die Dornen gesagt ist, es sind Bildungen, welche die kletternde Lebensweise begünstigen und als solche einer Weiterentwicklung in Bezug auf ihre Anzahl, Vertheilung und Form mit Hülfe der Selection fähig.

Die Zahl der mir bekannten Kletterer dieser Kategorie ist keine sehr grosse.

In Südbrasilien häufig ist die Sterculiacee Büttneria australis St. Hil.; sie klettert gerne in Hecken, wird auch als Heckenstrauch benutzt, und zwischen anderem Gesträuch mit ihren geraden, dicht mit rückwärts gerichteten Stacheln besetzten Trieben;

auch die Blattstiele tragen meist solche kleine Stacheln. An offenen Stellen bleibt sie niedrig, buschig, im Wald erhebt sie sich höher. Auch nicht kletternde Büttnerien sind bestachelt, so die B. scabra, ein aufrechter Strauch in den Campos von Minas. In Ostindien klettern B. pilosa und aspera, erstere hat sich bereits zu einer Windepflanze ausgebildet, wie mir Prof. Schimper mittheilt.

Typische bestachelte Spreizklimmer sind verschiedene Caesalpiniaceen des tropischen Asiens, nämlich Mezoneuron cucullatum W. u. A., ein mächtiger Kletterstrauch mit starken Hakenstacheln an Zweigen und Blattstielen; an älteren Stämmen sitzen die Stacheln auf Korkprominenzen; ferner Caesalpinia sepiaria Roxb. mit reich bestachelten Zweigen und Blattstielen, vorzügliche Heckenpflanze, ebenso Caesalpinia Nuga Ait. und C. Bonducella Roxb.

Diesen reihen sich verschiedene kletternde Mimosaceen aus den Gattungen Mimosa und Piptadenia an. In dieser Familie treten aber auch und zwar unter den Acacia-Arten Klettersträucher mit bestachelten reizbaren Zweigranken auf.

In Brasilien beobachtete ich Mimosa sensitiva L. als halbkletternden Strauch im Flussufergebüsch in der Provinz Minas. Stengel und Blattstiele sind mit kleinen, rückwärts gerichteten Stachelchen besetzt. Weit besser klettert Mimosa Velloziana Mart., die ich als Liane bei Pernambuco fand. Sie ist ausserordentlich dicht an den gleichen Theilen wie vorige Art bestachelt. Am oberen Amazonas tritt die Mimosa Spruceana Benth. nach Mittheilung von Dr. Schwacke als Liane auf. Diesen schliessen sich Mimosa Quitensis Bth. und andere Arten an.

Unter den Piptadenien traf ich bei Rio 2 bestachelte spreizklimmende Lianen an, P. trisperma Benth. und P. latifolia Benth. Als stachelige Kletterstäucher des tropischen Amerikas sind ferner zu erwähnen P. uaupensis Spruce, P. patens Benth, P. laxa Benth, P. micrantha Benth, P. polyptera Benth. — —

Sehr typische bestachelte Spreizklimmer sind ferner die zu den Rutaceen gehörigen tropisch gerontogäischen Toddalia micrantha und aculeata. Von ersteren verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Grafen Solms Zweigstücke, von Java stammend, wo diese Art als Liane auf die Bäume emporklettert. Die älteren Stämme sind besetzt mit zahlreichen rückwärts gekrümmten, an der Basis etwa 1,5 cm dicken holzigen Korkwarzen, die sich unter den kleinen aber kräftigen Stacheln des jungen Stengels gebildet haben.

Dieselbe Korkwarzenbildung habe ich auch an den Stämmen von brasilischen Zanthoxylum-Bäumen beobachtet, nur sind hier die Warzen gerade abstehend. Die Stacheln der Toddalien tragen in sehr wirksamer Weise bei zur Befestigung der Liane in dem Geäst der Stützbäume.

Die kletternden Arten der Gattung Rosa, deren Langtriebe und Seitenzweige mit rückwärts gerichteten Stacheln besetzt sind, haben keine windenden Stämme, aber trotzdem steigt die prachtvolle Kletterrose des Himalaya, Rosa moschata Mill. nach Brandis (p. 201) auf die höchsten Bäume, von deren Kronen die blühenden Zweige in üppigen Festons herabhängen. Die nahe verwandte Rosa sempervirens L. des Mediterrengebiets klettert ebenfalls hoch in die Bäume, während dagegen unsere zu derselben Gruppe Synstylae DC. gehörige R. arvensis Huds. mit ihren oft mehrere Meter langen Trieben mehr im Gebüsch hin und her kriecht. In Nordamerika klettert Rosa setigera Mich., ebenfalls zur Sectio Synstylae gehörig, deren Stämme nach Gray und Chapman 10—20° lang werden. In Südchina treten die Arten der Sectio Banksianae Lindl. als Kletterrosen auf, so die R. Banksiae R.Br., die in Südeuropa häufig an Gartenhäusern angepflanzt wird.

Aehnlich verhalten sich Arten der Gattung Rubus[1]), von welcher viele Formen der Gruppe Eubatus nach Art der Rosa arvensis mit oft mehreren Meter langen Schösslingen sich auf benachbartes Gebüsch legen, also noch auf niederster Stufe des Kletterns stehen, während andere Arten höher emporsteigen, so zahlreiche Arten des südöstlichen Asiens aus der Gruppe Malachobatus Focke (z. B. R. moluccanus von Amboina, R. alceaefolius nach Schimper auf Java, R. pirifolius auf Java) und Arten der Section Lampobatus, welche immergrüne grosse klimmende Sträucher der mexicanischen Flora vorstellen (z. B. R. scandens, R. fagifolius).

Diese klimmenden Rubi sind nur zum Theil bestachelt, gehören also zu den unbewehrten Spreizklimmern. Möglicherweise tritt bei einzelnen auch schon Winden ein; nähere Angaben darüber fehlen. Ein typischer Spreizklimmer mit dichter Stachelbekleidung ist der bekannte R. australis auf Neuseeland, der in unseren Treibhäusern in der Form squarrosus mit fast unterdrückten Blättchen cultivirt wird und mit seinen wirr durcheinander gehenden bestachelten Aesten und Blattstielen sich sehr leicht an Stützen befestigt.

---

[1]) cf. Focke in Nat. Pfl. fam. III3 p. 29.

Krautige Vertreter dieser Gruppe sind Galium aparine und ähnliche Arten in unserer Flora, sowie Rubia tinctorum, die in Gebüsch und Hecken oft über Mannshöhe mit spreizenden Seitenästen emporklettern und an Stengeln, Blattrippen, Blatträndern zahlreiche stark rückwärts gekrümmte Stachelhaare als ausgezeichnete Klettervorrichtung aufweisen, ferner Asperula Aparine, welche im Flussufergebüsch in Westpreussen und Schlesien bis 1,25 m emporklettert und ebenso wie Galium Aparine mit rückwärts gerichteten Stachelhärchen besetzt ist. Auch die chilenische Loasa tricolor Lind. kann hierher gerechnet werden. Sie stellt ein langstengeliges, sparriges, sehr rauhhaariges Kraut dar, während die übrigen kletternden Loasaceen alle windende Kräuter sind.

Aehnlich wie Galium klettert eine im südbrasilischen Wald, besonders bei Blumenau häufige Cyperacee, Scleria reflexa Humb. et Kunth., die ihrem Habitus nach von den bis jetzt genannten Vertretern bedeutend abweicht und daher auch als besondere Form der Spreizklimmer betrachtet werden kann. Sie hat lange dünne dreikantige, sich vielfach verzweigende Halme, mit denen sie hoch in die Bäume des Unterholzes hinaufklettert und dieses mit einer dichten undurchdringlichen Grasvegetation überzieht. In vorzüglicher Weise ist diese Cyperacee zu kletternder Lebensweise befähigt; die die Halme einschliessenden, etwas geflügelten dreikantigen Blattscheiden sind an den Kanten und die bis über 50 cm langen schmalen Grasblätter an den Rändern und der Mittelrippe dicht besetzt mit kleinen, rückwärts gebogenen, scharfen und starken Stachelhaaren, die es unmöglich machen, die Halme von unten nach oben zwischen den Fingern durchgleiten zu lassen. Diese Cyperacee bildet oft grosse Dickichte im Wald.

Nach Huth (Hakenkl. p. 204) klettert auch S. Flagellum Sw. an benachbarten Sträuchern in ähnlicher Weise in die Höhe, nach seiner Angabe allerdings nur 1,5 m hoch. Die übrigen Arten von Scleria bilden grosse aufrechte, breitblättrige Waldriedgräser, meist ebenfalls mit Stachelhaaren versehen, die indessen nach oben gerichtet sind.

§ 5.

Kletternde Waldbambusen.

Die in grosser Arten- und Individuenzahl in den tropischen Wäldern auftretenden Bambusgräser sind zu einem beträchtlichen Theile als besondere Form der Spreizklimmer zu erwähnen. Inner-

halb dieser Gramineengruppe können wir eine Uebergangsreihe verfolgen von dickhalmigen aufrechten Formen ausgehend bis zu solchen, die hoch in die Bäume mit dünnen Halmen emporwachsen und nicht mehr selbständig ihr reiches Laubwerk zu tragen vermögen. Die Bambusen besitzen sehr verzweigte, oft verschlungene dicke Rhizome im Erdboden, aus denen die zahlreichen Halme emporspriessen. Während dieselben mit grosser Schnelligkeit zu ihrer späteren, oft sehr bedeutenden Höhe (bis 40 m) heranwachsen, sind die Internodien von Scheidenblättern eingeschlossen und die meist in Halbquirlen an den Knoten entspringenden Seitenäste noch in Form von scharf zugespitzten, von scheidenartigen Niederblättern eingehüllten Knospen vorhanden, welche erst nach Erreichung der vollen Halmhöhe sich zu entfalten beginnen. Diese biologische Eigenthümlichkeit begünstigt sehr den Uebergang der Bambusen zu kletternder Lebensweise und entspricht dem Verhalten zahlreicher typischer Kletterpflanzen, zuerst die Langtriebe zu bedeutender Höhe emporzusenden und dann erst das Laubwerk aus den Knospen zu entfalten. Die Sprosse der meisten Arten gelangen erst nach Verlauf von Jahren zur Blüthenbildung und sterben dann ab.

Zahlreiche, systematisch noch wenig bekannte Arten der brasilischen Wälder treiben aus ihren Rhizomen nur solche Schösslinge, die infolge ihrer grossen Länge bei verhältnissmässig geringem Durchmesser in ihren oberen Theilen überneigen, sich auf benachbartes Gesträuch oder kleine Bäume legen und zwischen dem Geäst derselben weiter wachsend die Stützen für die Entfaltung ihres Laubes finden. Die Halme solcher halbkletternden Formen werden nach oben immer dünner und tragen an den Knoten von unten nach oben immer weniger Seitenäste. Die Knospen derselben sind fest gefügt, mit dicht zusammengerollten Blättern, und in charakteristischer Weise nach unten gerichtet derart, dass an jedem Knoten des emporwachsenden Halmes ein Büschel von fast dornigen, die erste Befestigung an den Stützpflanzen sehr erleichternden Widerhaken gebildet wird. So verhält sich eine bei Rio im Wald häufige Bambusee (Nr. 1708 meines Herbars) von welcher Fig. 1a und b Taf. I einige der oberen noch mit Knospen besetzten Knoten darstellt. Die die Internodien fast ganz einschliessenden Scheiden der Blätter der Langtriebe sind hier mit rückwärts gerichteten kurzen Härchen besetzt. Hierher gehört mit gleichem Verhalten eine grössere Anzahl von theils glatten, theils rauhhaarigen Bambusen, die ich in den Wäldern bei Blumenau und Rio antraf. Sie bilden oft undurchdringliche Dickichte im Wald.

So z. B. Athroostachys capitata Benth., Merostachys Kunthiana, Arten von Guadua und Chusquea und viele andere.

Manche von diesen halbkletternden Bambusen, so z. B. eine bei Blumenau häufige Guadua, besitzen noch wirksamere Einrichtungen zum Festhalten der Halme, indem ein Theil der an den Knoten entspringenden Seitenzweige zu starken, soliden, spitzen, kurzen, an der Basis von einigen Scheidenblättchen eingehüllten und nach abwärts gerichteten Dornen metamorphosirt erscheint.

Endlich giebt es auch Bambusen, die in höherem Maasse sich zu kletternder Lebensweise bequemt haben. So tritt in den Wäldern von Blumenau ein Arthrostylidium (nach Hackel wahrscheinlich A. Trinii) auf, welches im Unterholz ähnliche üppige Dickichte bildet wie die Seleria reflexa. An dieser Bambusee sind die viele Meter langen sehr reich verzweigten Halme nur wenige Millimeter dick. Wo sie aus dem Geäst der Stützpflanzen heraustreten, hängen die Zweige nach unten und überwuchern so das Unterholz mit einer dichten Grasdecke.

Wie es viele brasilische Genera und Familien giebt, deren Arten zu einem beträchtlichen Theile als Kettersträucher in den Wäldern auftreten, während correspondirende Vertreter derselben auf den Campos des Innern oder auf den Kämmen der höheren Gebirge kleine aufrechte Sträucher, dem Standort entsprechend, vorstellen, so tritt auch derselbe Unterschied im Habitus bei den Bambusen hervor. Auf dem Kamme der Serra dos Orgãos, auf dem Gipfel des Itacolumi und vielen andern Gebirgen des Landes wächst überall die mannshohe Bestände bildende buschige, dicht beblätterte Chusquea pinifolia, die von ihren nahe verwandten, kletternden waldbewohnenden Arten bedeutend in ihrem Habitus abweicht.

§ 6.

Kletternde Palmen.

Sämmtliche kletternde Palmen der Tropen der alten und neuen Welt gehören ebenfalls zu den Spreizklimmern, obwohl sie im Einzelnen sich verschieden verhalten.

1. Den einfachsten Fall haben wir in der zur Gruppe der Morenieae gehörigen Chamaedorea desmoncoides H. Wendl., in Neu-Granada einheimisch, vor uns. Sie klettert mit einem kaum fingerdicken einfachen biegsamen Stamm hoch hinauf. Im Bonner Palmenhaus hat ein Exemplar bereits ca. 14 m Länge erreicht.

Am Ende des Stengels befinden sich die abwechselnd durch mässig lange Internodien getrennten Fiederblätter, deren Spindel schräg nach unten gerichtet ist, während die Blattfiederchen sich mehr oder weniger nach oben richten. Die Blattspindeln bilden mit dem Stamm auf diese Weise Haken, die zum Festhalten der Palme im Geäst der Stützpflanzen dienen können, solange bis das Blatt abgeworfen wird. An den oberen Blattfiedern ist noch keinerlei Differenzirung in Dornen, an der Blattspindel keine Flagellenbildung zu bemerken, wie sie bei den übrigen Kletterpalmen als specifische Vorrichtungen zum Klettern ausgeprägt erscheinen.

2. Uebereinstimmendes Verhalten in der Bildung solcher Kletterorgane zeigen die afrikanischen zur Gruppe der Raphieae gehörigen, nur wenige Arten umfassenden Gattungen Oncocalamus, Ancistrophyllum, Eremospatha, ferner die tropisch-asiatischen zur Gruppe der Calameae gehörigen Gatttungen Korthalsia,[1]) Ceratolobus,[2]) Plectocomia sowie endlich ein Theil der kletternden Formen der ausserordentlich artenreichen, in den Tropen Asiens und Australiens weitverbreiteten und mit einer Art auch in Afrika auftretenden Gattung Calamus (incl. Daemonorops).[3]) Diese Kletterpalmen werden in Asien als Rotangpalmen bezeichnet.

Bei allen diesen Arten verlängert sich die Rhachis des gefiederten Palmwedels zu einem mehr oder weniger langen geisselförmigen, biegsamen und leicht durch den Wind hin und her bewegbaren Fortsatz, dem Flagellum, welches mit zahlreichen ausserordentlich starken, hakenförmigen, spitzen Stachelchen, meist zu 5 oder 6 halbquirlförmig an der Dorsalseite zusammenstehend, besetzt ist. Aehnliche Stacheln können auch an der Rhachis am Grunde der Fieder oder zwischen denselben, oder an der Blattscheide stehen. Dornförmige Rudimente von Blattfiederchen treten an diesen Flagellen meines Wissens nicht auf; daher ist es das Blattspindelende für sich, welches zu diesem specifischen rankenähnlichen aber nicht reizbaren Kletterorgan ausgebildet wurde.

In der Jugend stehen die Blätter aufrecht, ihr Flagellum senkrecht nach oben gerichtet (s. Abb. von C. adspersus in Rumphia),

---

[1]) Abb. von K. rigida Bl. in Rumphia tb. 157.

[2]) Abb. von Cer. glaucescens Bl. in Rumphia tb. 129.

[3]) Abb. von Calamus adspersus Bl. in Rumphia tb. 143 und Nat. Pflanzenfam. II 3 p. 51.
Abb. von Cal. (Daemonorops) crinitus Bl. in Rumphia tb. 136.
Abb. von Cal. (Daem.) hygrophilus in Kerner I p. 636.

dann beschreiben sie allmählich einen weiten Bogen nach rückwärts und können nun in dieser abstehenden Stellung leicht durch den Wind mit Stützen in Berührung kommen und sich an denselben in sehr wirksamer Weise festankern.

Interessant verhalten sich nach Treub (Ann. Buit. III p. 172 ff.) die Rotangs, wenn sie auf der Spitze eines Baumes angelangt sind und keine weitere Stütze mehr vorfinden. Sie können dann nicht über denselben hinauswachsen, sondern infolge des allmählichen Abwerfens der Wedel ruscht der Stamm, durch sein Gewicht gezogen, langsam nach unten, während die neuen Blätter oben die Endtriebe befestigen. Die Stämme legen sich dann in weiten Krümmungen auf den Boden am Fuss des Baumes[1]) und Treub mass an einem solchen Exemplar den am Boden befindlichen Stamm zu 240 m, eine colossale Länge, die der Transpirationstrom in einer so engen Bahn zurückzulegen hat.

Die meisten, vielleicht alle, hierhergehörigen Kletterpalmen haben ein im Boden kriechendes verzweigtes Rhizom, welches eine gewisse Anzahl von langen Klettersprossen nach oben entsendet. Dieselben erreichen bei vielen enorme Länge, sind unterwärts entblättert, mit ringförmigen Narben versehen und tragen am Ende eine Anzahl abwechselnde Wedel, aus deren Achseln die reich verzweigten Inflorescenzen heraushängen. Nach Blume (Rumphia III p. 3) misst Calamus melanochaetes bis 200 Fuss.

Andere Arten erreichen bescheidenere Maasse, so Ceratolobus glaucescens nach Blume (Rumphia II p. 164) nur 20—30 Fuss, Korthalsia rigida (ibid. p. 167) 25—30 Fuss. Die Länge der Flagellen ist auch bei den einzelnen Arten entsprechend verschieden.

Bei manchen Arten tragen nicht alle Blätter Flagellen. Meist sind es die ersten Blätter der jungen Pflanzen oder der aus den Rhizomen kommenden Klettersprosse, die noch ohne Geisseln sind, wie ja auch bei Blattrankern in der Regel die untersten Blätter rankenlos bleiben. So giebt Blume (Rumphia III p. 4) für Calamus melanochaetes an, dass die Rhachis der Blätter des jungen Stammes mit 2 schmalen Fiedern abschliesse, während die oberen vollkommenen Blätter in eine 3—5 Fuss lange herabhangende Geissel auslaufen. Auch bei Calamus Draco sind nach Blume nicht alle Blätter mit Geisseln versehen und auf Tab. 131 ist ein junger Spross abgebildet, dessen 3 unterste Blätter regelmässig bis zur Spitze gefiedert sind,

[1]) Eine instructive Darstellung solchen Verhaltens bei Kerner I p. 635.

erst die folgenden tragen Geisseln von der Länge der Fiederspreite, die oberen Geisseln von einigen Fuss Länge. Ebenso giebt Blume (III p. 14) für Calamus accedens an, dass die jungen Pflanzen und die jungen Sprosse noch geissellos sind, desgleichen für Plectocomia elongata (III. p. 69).

In der Jugend verhalten sich somit diese kletternden Formen wie manche andere, zeitlebens buschartig vegetirende Calamus-Arten ohne Flagellen und von solchen Formen dürften sich die lianenartigen abgeleitet haben.

Eine Besonderheit finde ich von Blume (III p. 68) für Plectocomia erwähnt: „caudice crasso longissimo sarmentoso-scandente, per radiculas adventivas hinc illinc circa nodos egressas arboribus alligato.“ Abgesehen von der Geisselbildung tritt also hier merkwürdiger Weise auch Wurzelklettern auf. So verhält sich die über 100 Fuss Stammlänge erreichende Pl. elongata (auf Java), an deren Blattnarben Warzen oder Höker sich befinden, aus denen die adventiven Haftwurzeln entspringen.

3. Von den Calamus-Arten verhalten sich die übrigen kletternden Formen zwar biologisch ebenso wie die bereits erwähnten, nur mit dem Unterschied, dass die gefiederten Blätter normal beschaffen sind und die Flagellen aus Inflorescenzaxen durch Metamorphose hervorgegangen sind.

Bei Calamus entspringen die langen Inflorescenzhauptaxen aus den Blattachseln an den Enden der Langtriebe. Sie tragen scheidenartige Hochblättchen, aus deren Achseln die verzweigten blüthentragenden Seitenäste abgehen. Bei den in Rede stehenden Arten nun verlängern sich die obersten Internodien der Hauptachse über den seitlichen Inflorescenzästen zu einem oft mehrere Fuss langen, dünnen, leicht beweglichen und mit starken rückwärts gerichteten quirlig gestellten Stachelchen besetzten Flagellum,[1]) das biologisch ganz und gar einem Rhachisflagellum entspricht.

In wieweit ein Dimorphismus zwischen normalen Inflorescenzen und geisseltragenden sich bei einzelnen Arten bemerkbar macht, verdient noch nähere Untersuchung.

Nach F. O. Bower (Ann. of bot. I p. 125 ff.) befindet sich bei der grossen Mehrzahl der Arten der Anheftungspunkt des ausgebildeten Flagellums nicht in der Achsel des Tragblattes, in welcher

---

[1]) Abb. von 1. Calamus ornatus Bl. Rumphia tb. 148 u. A.
2. C. fasciculatus. Nat. Pfl. fam. II 3 p. 16.
3. C. extensus Kerner I p. 636.

es ursprünglich angelegt wird, sondern der Basaltheil des Flagellums wächst während seiner Anlage als Achselspross an der Scheide des nächst höheren um $^2/_5$ divergirenden Blattes hinauf und geht erst nahe am oberen Rande dieser Blattscheide ab, eine Verschiebung, die insofern vortheilhaft ist, als das Flagellum, unbehindert von seinem Tragblatt, dadurch besser in Stand gesetzt wird, Stützen zu erfassen. Es herrscht überhaupt bei Kletterpflanzen mit besonderen Befestigungsorganen das Bestreben, diese letzteren in möglichst freier Stellung an den Langtrieben anzubringen. Was beim Weinstock durch sympodialen Aufbau erreicht wird, geschieht hier durch Verschiebung aus der Blattachsel.

Es giebt indessen auch Calamus-Arten, bei denen die Verschiebung nur eine geringe ist, oder bei denen das Flagellum seine normale Stellung in der Blattachsel noch aufweist.

Diese Flagellen sind ausgezeichnete Haftapparate und wirken vielfach weit besser als die Rhachisflagellen. Die Arten mit letzteren werden übrigens zum Theil auch von ihren langen bestachelten Inflorescenzaxen in der Befestigung an den Stützpflanzen unterstützt, so z. B. Calamus adspersus.

4. Die zu den Bactrideae gehörige tropisch-amerikanische Gattung Desmoncus (mit 22 Arten) hat bei ihren im Allgemeinen nach Art der Rotangs kletternden Formen an den Enden der gefiederten Wedel besondere Kletterorgane erzeugt, in anderer Weise als die unter 2. erwähnten Raphieen und Calameen.

Hier erscheinen die obersten Fiederpaare an der verlängerten Rhachis modificirt zu starken langen, schräg nach rückwärts gerichteten Dornen, während die unteren Fiederpaare unverändert bleiben. Der verlängerte Endtheil des Wedels gleicht einem harpunenähnlichen Organ. Zwischen den obersten am meisten modificirten und den normalen Fiedern können sich Uebergangsformen einschieben, Dornen, die noch etwas verbreitert sind und sich dadurch den Blattfiedern nähern. Die Länge der Harpune und die Zahl der modificirten Segmente ist bei den einzelnen Arten verschieden.[1])

In der Jugend sind diese Dornen nach oben gerichtet und noch weich, dann biegen sie sich zurück und werden sehr hart, während die Laubfiedern nach vorne gerichtet bleiben. Ausserdem können

[1]) Abb. von Desmoncus spec. Treub (Ann. Buit. III tb. XXVI fg. 1—3).
von D. polyacanthus bei Kerner I p. 636.
von D. rudentum, phengophyllus, pycnacanthos in Fl. brasil. III_2.

an der Rhachis sowohl an dem harpunenförmigen Ende als zwischen den Laubfiedern nach rückwärts gerichtete starke Stacheln, auch an den Blattscheiden, auftreten und zur Befestigung der Pflanzen mitwirken. Die Dornen sind nicht reizbar, ebensowenig wie die Flagellen der vorher genannten Kletterpalmen und können somit den reizbaren Kletterhaken nicht an die Seite gestellt werden. In ihrem Auftreten an den Enden der gefiederten Wedel bieten sie ein Analogon zu den Ranken der Vicieen, denen sie übrigens nicht homolog gesetzt werden dürfen, weil sie wie alle Palmwedelsegmente durch Zerspaltung einer ursprünglich einfachen Spreite hervorgehen.

§ 7.

Spreizklimmende Farnwedel.

Unter den Farnkräutern der Tropen giebt es eine relativ geringe Anzahl von Formen, welche windende Wedelstiele besitzen (Lygodium, Blechnum volubile Kaulf.). Die aus dem kriechenden Rhizom entspringenden Farnwedel sind bei denselben ausserordentlich verlängert, oft viele Meter lang, tragen an der dünnen Wedelrhachis in bestimmten Abständen die seitlichen Fiedern und vermögen mit denselben in genau derselben Weise um Stützen emporzuwinden, wie die Stengel der Windepflanzen, zu denen diese Formen daher auch als sog. Blattstielwinder zu rechnen sind.

Es giebt nun ferner eine Anzahl Farne, die gleichsam die phylogenetische Vorstufe dieser Blattstielwinder vorstellen, — Farne, welche lange dünne und reich verzweigte Wedelstiele aufweisen, sich nicht selbstständig aufrecht halten können, sondern nach Art der Spreizklimmer mit den abstehenden Wedelstielzweigen in dem Gezweig niederer Sträucher ihre Stütze finden. Diese halbkletternden Farnwedel erreichen bei weitem nicht die Längenmaasse der Blattstielwinder. Man kann sich indessen leicht vorstellen, wie aus solchen Formen (durch Versetzung an sehr schattigen Standort) Blattstielwinder hervorgehen können.

Ein typisches Beispiel für spreizklimmende Farnwedel liefert uns die in den Tropen überall verbreitete und sehr polymorphe Gleichenia (Mertensia) dichotoma Willd., sowie auch andere Arten dieser Gattung. In Brasilien fand ich sie sehr häufig an Waldrändern, Wegrändern, in der Capoeira, gesellig zwischen Gesträuch vegetiren. Der Wedelstiel verzweigt sich zickzackartig wiederholt di- oder trichotomisch und die letzten Auszweigungen tragen ein Paar von divergirenden gefiederten Pinnae, die Aeste stehen spreizend

ab und der ganze Wedel neigt in seiner oberen Parthie über und verflicht sich in die stützenden Sträucher, er kann über Mannshöhe erreichen.

Aehnlich verhalten sich noch eine Anzahl von tropischen Farnkräutern aus anderen Gattungen, alle charakterisirt durch lange, überneigende und spreizend verzweigte, flexuose Wedel. Ich habe diese Formen, soweit sie mir bekannt geworden sind, in der Liste des § 6 aufgezählt. Sie gehören den Gattungen Davallia, Adiantum und Gymnogramme an, denen sich ohne Zweifel noch manche andere anschliessen dürften.

Ausser diesen Formen mit kletternden Wedeln giebt es aber auch unter den Pteridophyten Formen mit spreizklimmenden Stämmen und zwar in der Gattung Selaginella die 3 Arten S. scandens, S. Willdenowii und S. exaltata. Auch Equisetum giganteum L., das in den Sümpfen des tropischen Amerika bis 40 Fuss Höhe erreicht, soll einen halbkletternden Stamm besitzen.

III.

Die Wurzelkletterer.

§ 1.

Allgemeines. Hedera helix als Typus.

Obwohl die Form des Kletterns mit Hülfe adventiver Haftwurzeln bei Gewächsen aus den verschiedensten Familien sich herausgebildet hat, so sind doch die Vertreter dieser Gruppe verhältnissmässig wenig zahlreich im Vergleich zu den Winde- und Rankepflanzen. Die Ursache hierfür mag darin zu suchen sein, dass die Bedingungen für den Uebergang zu kletternder Lebensweise bei den beiden letzteren Gruppen überall da, wo die Pflanzendecke eine dichte ist, gegeben sind, während die Wurzelkletterer stets entweder an Felswände oder an dickere Baumstämme gebunden, in ihrem Auftreten also weit mehr lokalisirt sind.

Die biologische Stammform wohl der meisten Wurzelklimmer ist in Gewächsen mit kriechenden wurzelnden gestreckten Stengeln zu suchen. In feuchten Wäldern finden solche Gewächse auch am Grunde der moosigen Stämme der Bäume oder an Felsen die Bedingungen für ihre Existenz, sie können von dort aus höher emporwachsen und nach und nach zu Wurzelkletterern mit besonders differenzirten Haftwurzeln werden.

Von den in unserer Flora vorhandenen wenigen Lianen mit holzigen Stämmen ist der Epheu, Hedera helix L. ein typisches Beispiel für das Verhalten der Wurzelkletterer, deren wichtigste biologische Eigenthümlichkeiten an ihm scharf ausgeprägt erscheinen.

Die an den Stämmen der Waldbäume oder an Felsen emporkletternden, entsprechend der einseitigen Belichtung plagiotropen Langtriebe und deren Seitensprosse heften sich mittelst zahlreicher auf der dem Substrat zugewendeten Seite sowohl an den Knoten als

auch an den Internodien entspringenden, gewöhnlich einfachen Haftwürzelchen fest. Auf den Ort ihrer Entstehung hat allein das Licht Einfluss; nur an der beschatteten Seite kommen die Würzelchen hervor, eine Reizerscheinung, welche für die Pflanze zweckmässig ist, da die beschattete Seite unter den gewöhnlichen Lebensbedingungen zugleich auch die dem Substrat zugewendete ist.

Allgemein entstehen die Haftwurzeln auch bei den übrigen Wurzelkletterern an der Bauchseite oder an den derselben genäherten Kanten der Langtriebe. In Bezug auf die Anzahl, die Vertheilung an den Internodien oder Knoten und die Grösse und Verzweigung der Adventivwurzeln verhalten sich die Wurzelkletterer verschieden. Differenzirung in Haft- und Nährwurzeln kommt nur bei Araceen vor.

Die Klettersprosse des Epheus sind negativ heliotropisch, die senkrecht emporwachsenden Langtriebe zugleich negativ geotropisch, während die schräg abgehenden kürzeren Seitensprosse in ihrer Richtung von den senkrechten Hauptsprossen wenigstens anfangs inducirt werden. Der negative Heliotropismus bewirkt ein dichtes Anschmiegen der Sprosse an die Stütze.

Nicht nur beim Epheu, sondern bei den meisten Wurzelkletterern macht sich ein mehr oder weniger ausgeprägter Dimorphismus der Sprosse geltend. Erreichen die plagiotropen Langtriebe die Kronen der Bäume oder den oberen Rand der Felswand, so werden, wenn die Pflanze hinlänglich erstarkt ist, mehr oder weniger orthotrope frei in die Luft ragende nicht kletternde und keine Adventivwurzeln tragende Sprosse erzeugt, an denen die Blüthen zur Entwicklung kommen. Aus letztem Grunde werden auch die orthotropen Sprosse als fertile im Gegensatz zu den plagiotropen sterilen bezeichnet. Alle Seitenzweige der Langtriebe, auch in den unteren Regionen, nehmen, wenn sie das Substrat verlassen und frei in die Luft weiterwachsen, gradatim den Charakter der orthotropen Sprosse an. Baumstämme oder Felswände, die mit älteren Epheusträuchern überzogen sind, werden auf diese Weise von einer lockeren Hülle solcher abstehenden Sprosse bekleidet, und zwar vom Boden an, denn die Seitenzweige entwickeln sich sehr reichlich längs des ganzen Stammes und sterben nicht von unten nach oben fortschreitend ab. Der Epheu zeigt in diesen Punkten eine Abweichung von dem Verhalten anderer Wurzelkletterer und auch der Windesträucher und rankenden Sträucher, die sich im Alter durch lange unterwärts nackte Lianenstämme auszeichnen.

Der Dimorphismus der orthotropen und plagiotropen Sprosse tritt auch in der Blattbildung hervor. An den kletternden Trieben erscheinen die dem Substrat anliegenden eckig 3—5lappigen Blätter, welche im Basalttheil der Spreite am breitesten sind, an den orthotropen Sprossen die mehr eiförmigen zugespitzten mit grösster Breite der Spreite in der Mitte. Auch bei anderen Wurzelkletterern kehrt ein ähnlicher Dimorphismus des Laubes wieder. Aus Stecklingen von orthotropen Sprossen können Bäumchen oder Sträucher erzogen werden, welche nur die spätere Form der Blätter erzeugen und ihre Herkunft von einer Kletterpflanze kaum vermuthen lassen. Die Blattform der orthotropen Sprosse tritt auch an jungen Pflanzen an den auf die Keimblätter folgenden ersten Laubblättern [1]) auf, die nun allmählich in die 3eckig lappigen Blätter des Klettersprosses übergehen. Wie bei den meisten Gewächsen mit dimorpher Blattbildung die zuerst gebildeten Jugendblätter die ursprüngliche, phylogenetisch ältere Form, die späteren Blätter dagegen die abgeleitete, zu bestimmten Zwecken modificirte Form bezeichnen, so gilt auch für den Epheu ähnliches. Die Blätter der kletternden Sprosse haben ihre Form erst mit dem Uebergang zur neuen Lebensweise erhalten, die ursprüngliche Blattform ist an den Erstlingsblättern und an den Blättern der orthotropen Sprosse beibehalten worden, deren Form auch am meisten mit der Blattform der nicht kletternden verwandten Gattungen übereinstimmt. Die Blattgestalt der Klettersprosse kann als eine vortheilhafte in 2 Punkten angesehen werden; einmal gestattet sie ein mosaikartiges Nebeneinanderlegen der Spreiten, [2]) eine möglichstgrosse Ausnutzung des zu Gebote stehenden Raumes ohne Ueberdeckung benachbarter Spreiten. Inwieweit das Licht auf die Streckungen und Biegungen der Blattstiele dabei von Einfluss ist, verdient noch näherer Untersuchung. Die grössere Erbreiterung der Blattspreite an der Basis gewährt ferner den Vortheil einer Bedeckung der jungen, noch zarten Adventivwürzelchen mit einer vor Austrocknen schützenden Hülle. Aus diesen Erwägungen neige ich zur Ansicht, dass in der besonderen Blattform der Klettersprosse eine Anpassung zu erblicken ist.

Die Langtriebe des Epheu führen nach Darwin (p. 142) keine Bewegungen aus, ebenso auch nicht die der übrigen Wurzelkletterer. Sie unterscheiden sich darin von den Windern und vielen Rankern, deren Nutationen für Wurzelkletterer eher von Nachtheil als irgend einem

[1]) cf. Buchenau, Bot. Ztg. 1864 p. 243.

[2]) cf. Kerner p. 390, p. 393.

Nutzen sein würden. Nur Tecoma radicans macht hiervon eine unten zu erwähnende Ausnahme.

Der Epheu gedeiht in unseren Wäldern nicht nur an Bäumen und Felsen, sondern auch als kriechende Pflanze am Boden, wenn er keine Stützen vorfindet. Er bildet dann niederliegendes Gebüsch, lange kriechende Stengel mit langgestielten Blättern, aus deren Achseln mehr oder weniger orthotrope Sprosse, die unter Umständen auch zur Blüthe kommen können, hervorgehen. An diesen Bodenformen nähert sich die Blattform mehr der Form der Blätter der orthotropen Sprosse der kletternden Individuen.

Junge Klettertriebe des Epheu erzeugen die Haftwürzelchen nur an der Unterseite. An mehrjährigen dickeren Stämmen kommen indessen adventive einfache Würzelchen auch an den Flanken und der äusseren Seite hervor, oft so zahlreich, dass die Stämme ein zottiges Aussehen erlangen. Die nachträgliche Bildung solcher Adventivwurzeln, besonders an den freien Seiten, deren Nutzen nicht recht einzusehen ist, ist am stärksten an beschatteten Stämmen, besonders solchen mit reichlichen abstehenden Seitenästen; sie tritt nicht ein an dem vollen Lichte ausgesetzten Stämmen.

Alte Exemplare des Epheu können die Stützbäume mit ihren Stämmen in ganz ähnlicher Weise wie die epiphytischen Baumwürger mit ihrem Wurzelsystem umstricken. Kriechen zahlreiche Langtriebe an dem Stamm hervor, so müssen die reichlichen, schräg abgehenden Seitenzweige oft über benachbarte Zweige hinüberkriechen. Sie verwachsen im Laufe des Dickwachsthums an diesen Stellen innig miteinander und bilden so eine netzförmige Umstrickung aus holzigen Stämmen. In ausgezeichneter Weise zeigt dies Verhalten ein sehr alter einen hohen Baum ganz überziehender Epheustrauch mit schenkeldickem Hauptstamm im Bonner botanischen Garten.

Betreffs der Lebensweise einiger anderer Araliaceen, die als kletternd bezeichnet werden, fehlt es an brauchbaren Angaben, zumal innerhalb dieser Familie auch epiphytische Bäume angetroffen und solche häufig von den Sammlern als Kettersträucher bezeichnet werden. Ein epiphytischer kleiner Baum oder Strauch ist zum Beispiel in den Wäldern der Serra dos Orgãos Oreopanax capitatum Desc. et Pl.

Im südbrasilischen Wald habe ich verhältnissmässig wenige Arten von Wurzelkletterern beobachtet; dieselben bilden aber durch ihr häufiges Vorkommen einen wesentlichen Bestandtheil der Lianen-

genossenschaft. Es sind: Piper fluminense, Marcgravia-Arten, Begonia-Arten, Bignonia unguis und Verwandte (Ranker, nur nebenher Wurzelkletterer), Araceen. Ich werde im Nachfolgenden dieselben zugleich nebst den übrigen mir bekannt gewordenen Wurzelkletterern familienweise behandeln.

§ 2.

Piperaceen.

Piper fluminense C. DC. (= Artanthe obtusa Miquel in Fl. br. XI tb. 12) ist die einzige kletternde Piper-Art, die ich im brasilischen Wald antraf, als häufige Liane bei Blumenau in Sa. Catharina. Die an den Waldbäumen bis in die Kronen aufsteigenden Stämme erreichen bis Armdicke, bleiben aber dabei weich infolge reichlicher Entwicklung von Parenchym zwischen den nicht zu einem geschlossenen Holzkörper verbundenen Gefässbündeln. An älteren Pflanzen sind zweierlei Sprosse zu unterscheiden, Langtriebe, die mit Adventivwurzeln sich an dem Stützbaum befestigen und frei in die Luft herabhängende Seitenzweige ohne Adventivwurzeln, in den oberen Regionen der Langtriebe entspringend. Der Unterschied in den Blattformen ist zwar vorhanden, aber nicht so ausgeprägt wie beim Epheu. Die Blätter der Klettersprosse haben nierenförmige Ausbuchtung der Spreitenbasis (Fg. 2a Taf. I), die an den Lufttrieben (Fg. 2b Taf. I) fehlt. Die Adventivwurzeln entstehen an den jungen emporkriechenden Langtrieben (Fg. 2a) nur an den Knoten zu mehreren, sie verzweigen sich und heften sich mittelst zahlreicher Wurzelhaare fest. An älteren dicken Stämmen erzeugt die ganze Berührungsfläche des Stammes mit dem Stützbaum ebensolche kurze Haftwurzeln, deren axiler Strang grösstentheils aus starkverdicktem Verbindungsgewebe mit kurzen, nur wenige enge Gefässe enthaltenden Gefässstrahlen besteht, während die Erdwurzeln keine Abweichung aufweisen.

Zur Blüthe scheint der Strauch erst zu gelangen, wenn er die Baumkronen erreicht hat. An den unteren zugänglichen herabhängenden Seitensprossen habe ich niemals Blüthenähren aufgefunden.

In den Tropen der alten Welt haben zahlreiche Arten der grossen Gattung Piper kletternde Lebensweise angenommen, so z. B. Piper nigrum, Cubeba, Betle, arborescens, guineense etc. und auch die malayische Gattung Chavica umfasst nur kletternde Arten, die alle adventive Haftwurzeln erzeugen. Die Lebensweise dieser Arten ist im Einzelnen

noch wenig bekannt. Piper nigrum entwickelt in unseren Treibhäusern sehr lange dünne verzweigte Adventivwurzeln, wenn man ihm Gelegenheit giebt, an Wänden emporzuklettern. Wird dagegen die Pflanze als Strauch an einen Stab nur angebunden, so bleiben die Adventivwurzeln, die zu wenigen an den Knoten hervorkommen, nur kurz und kommen nicht recht zur Entwicklung.

§ 3.

Moraceen.

Obwohl die Moraceen in zahlreichen Arten charakteristische Bestandtheile auch des tropisch amerikanischen Waldes vorstellen, so haben sich doch nur in der alten Welt, soweit mir bekannt, kletternde Sträucher unter denselben herausgebildet.

Zunächst ist zu erwähnen die Gattung Conocephalus im tropischen Asien, deren Arten meist hochgehende Wurzelkletterer vorstellen, so z. B. C. suaveolens. Sodann ist die Gattung Ficus sehr reich an wurzelkletternden Sträuchern, welche nicht zu verwechseln sind mit den in dieser Gattung ebenso zahlreich vertretenen epiphytischen Sträuchern und Bäumen, wenn es auch nicht ausgeschlossen sein dürfte, dass Uebergangsformen zwischen beiden Vegetationsarten existiren.

Die epiphytischen Ficus-Bäume, die auch in Brasilien eine häufige Erscheinung sind, keimen auf anderen Waldbäumen und entsenden eine oder mehrere kräftige Hauptwurzeln längs der Rinde des Stützbaumes nach abwärts bis in den Boden. Von denselben entspringen seitliche, den Stützstamm umarmende Klammerwurzeln, die sich verzweigen und den Baum netzartig umstricken. Sie können ferner, wenn der Stützbaum schräg steht, senkrecht nach abwärts gehende Luftwurzeln zum Boden senden. Nach oben entwickelt sich der Stamm mit dem Laubwerk. Die den Baum umstrickenden Wurzeln wachsen nach und nach beträchtlich in die Dicke, verwachsen auch untereinander und bilden so eine Art Gitterwerk, während die frei herabgehenden Luftwurzeln sich zu starken Strebepfeilern verdicken. Aeltere Exemplare machen dann ganz den Eindruck, als ob die stark verdickte, den Stützstamm herablaufende Hauptwurzel den vom Boden aus am Stützbaum hinaufgekletterten Stamm des epiphytischen Baumes vorstelle, eine irrthümliche Ansicht, die in den meisten Darstellungen der Lebensweise dieser Ficus-Arten wiederkehrt.

Die Klammerwurzeln können durch die feste Umstrickung den Stützbaum zum Absterben bringen, und nach dessen Zerstörung steht

dann der Ficusbaum auf eigenen Füssen; daher auch der Name Baumtödter oder Matapáo in Brasilien.

Anders verhalten sich die wurzelkletternden Ficus-Arten wie z. B. die vielfach bei uns und im Süden cultivirte, aus Japan und China stammende Ficus pumila L. (= F. stipulata Thunbg.). Diese erzeugt wie die meisten Wurzelkletterer zweierlei Sprosse; die Klettersprosse liegen dem Stützbaum oder der Stützwand an, tragen kleine anliegende Blättchen in dichter Aufeinanderfolge, befestigen sich mit Adventivwurzeln, die in grosser Menge an der Unterseite entspringen, sehr lang werden und sich vielfach verzweigen können. Sie scheinen nicht nur der Befestigung, sondern auch der Nährstoffaufnahme zu dienen. Die sog. fertilen und schliesslich feigentragenden wurzellosen Luftsprosse, zu deren Erzeugung der Kletterstrauch nach hinlänglicher Erstarkung in seiner oberen Parthie übergeht, zeichnen sich aus durch weit grössere, dickere ovale Blätter, deren grösste Breite in der Mitte der Spreite liegt, während die Blätter der Klettersprosse an der Basis am breitesten und hier auch etwas schief herzförmig gestaltet sind mit stärkerer Ausbildung der nach unten gerichteten Basalhälfte, also ähnliche Unterschiede wie beim Epheu. Auch hier sind die kleineren Blätter der Klettersprosse als die abgeleiteten Formen anzusehen, die grossen ovalen als die ursprünglichen.

Ficus pumila gehört zu der 6. Sectio Eusyce von den 7 von King in seiner Monographie unterschiedenen Sectionen. Diese Sectio enthält zahlreiche kletternde Arten in den Tropen der alten Welt mit gleichem Verhalten wie obige. Die 3. Sectio Synoecia umfasst nur wenige (5) Arten, welche alle nach King klettern. Die übrigen Sectionen dagegen enthalten nur sehr wenige, zum Theil nur halbkletternde oder auch gleichzeitig kriechende, niederliegende Sträucher. Wahrscheinlich haben sich aus solchen kriechenden wurzelnden Formen einerseits die typischen Wurzelkletterer, anderseits typische epiphytische Bäume herausgebildet. Kriechende Sträucher sind nach King beispielsweise Ficus (Sycidium) nigrescens King, heterophylla L., quercifolia Roxb., gleichzeitig kriechend und kletternd ist Ficus (Sycidium) rostrata Lmk.

§ 4.

Marcgraviaceae.

Sehr häufig sieht man im südbrasilischen Wald die Baumstämme bedeckt mit den wurzelkletternden Marcgravien, die dem tropischen

America eigenthümlich sind. Dieselben vertreten gewissermassen die fehlenden wurzelkletternden Ficus-Arten und zeigen auch in ihrer Tracht eine grosse Aehnlichkeit mit den letzteren, speciell der Ficus pumila.

Die kletternden plagiotropen Langtriebe der Marcgravia-Arten, die alle übereinstimmendes Verhalten zeigen, sind abgeplattet, den Stützbäumen dicht mit ihren zweizeilig angeordneten, abwechselnden Blättern angeschmiegt. Die Blätter (Fg. 3 a, b Fg. 4 c Taf. I) von der südbrasilischen Marcgravia Schimperiana n. sp. Taubert sind sitzend, rundlich oder oval mit herzförmiger breiter Basis und mehr oder weniger nach unten gerichtet, so dass sie den Stamm oft ganz bedecken und zugleich ein schützendes Dach abgeben für die jungen unterhalb des Knotens in absteigender Reihenfolge an den Seitenkanten des Stengels hervorkommenden Adventivwürzelchen (Fg. 3 b), welche anfangs einfach sind, später aber, wenn der Stengel sich verdickt, länger werden, sich reichlich verzweigen und verholzen. Rechts und links gehen dann an alten holzigen Stämmen die kräftigen Haftwurzeln ab und befestigen sie sehr wirksam an der Rinde des Stützbaumes. Das Dickenwachsthum der Stämme ist meist ein excentrisches, am stärksten nach der Stütze zu derart, dass die wenig verdickte äussere Längshälfte des Stammes als Leiste den Stamm hinabläuft. Ihrer Insertion an den Seitenkanten des jungen Stengels entsprechend entspringen die holzigen Adventivwurzeln an den Seiten dieser Leiste. Auch die auf der Rinde der Stützbäume hinablaufenden Wurzeln der epiphytischen Ficus-Arten wie auch die Stämme der wurzelkletternden Ficus verdickten sich excentrisch stärker nach der Seite der Stütze zu, obwohl diese Seite doch einen stärkeren Druck auszuhalten hat, wie die freie Aussenseite. Es ist schwierig hierfür eine Erklärung zu finden.

Gelangen die Marcgravien in die Kronen der Stützbäume ans volle Licht, so werden wurzellose orthotrope schliesslich mit Blüthendolden abschliessende Sprosse erzeugt, an denen ganz anders gestaltete, viel grössere lanzettliche, in der Mitte die grösste Breite zeigende und auf der Unterseite mit 2 Reihen extrafloraler Nectarien versehene abstehende Blätter sich befinden (Fg. 3 c), ganz analog dem Verhalten des Epheus und der Ficus pumila.

Zwischen beiden Blattformen trifft man alle Uebergänge an den zahlreichen kürzeren Seitenzweigen der kletternden Langtriebe. Gewöhnlich sind die Seitenzweige in ihrem unteren Theile dem Stützbaum noch dicht angeschmiegt und bewurzelt, im oberen Theil aber frei in die Luft ragend und wurzellos. Die Blätter derselben sind länger

und schmäler als an den Langtrieben, die ersten weniger, die oberen in die Luft abstehenden am meisten denen der orthotropen Sprosse genähert.

Die ersten Blätter, welche an den kletternden Langtrieben von jungen Pflanzen auftreten, haben noch nicht die typische breite ovale, am Grunde herzförmige Gestalt der späteren dem Stützbaum angeschmiegten Blätter. Ich fand auf der Insel St. Catharina junge Pflanzen. Ein Exemplar von Marcgravia Schimperiana mass 250 cm Länge und trug zahlreiche kurze abstehende zum Theil in der unteren Parthie der Stütze angepresste und bewurzelte Seitenästchen. In einer Höhe von 20 cm waren die Blätter noch sämmtlich schmal lanzettlich (Fg. 4a); in 145 cm Höhe trugen die Langtriebe die für sie typische Blattform (Fg. 4b) und dazwischen fand ein allmähliger Uebergang statt. In 200 cm Höhe waren die Blätter noch grösser und bedeckten fast ganz die Achse. Die Seitenzweige (Fg. 4b) trugen schmale Blätter, Mittelformen zwischen denen der Langtriebe und orthotropen Luftsprosse. In der ersten Jugend und an den Seitenzweigen treten somit Blattformen auf, welche an die der orthotropen Sprosse erinnern und wie diese der ursprünglichen Blattform nach am nächsten stehen dürften.

Die verwandte Gattung Norantea enthält epiphytische Bäume. So tritt N. brasiliensis Choisy in den südbrasilischen Wäldern als Baumwürger auf.

§ 5.

Anacardiaceae.

Rhus Toxicodendron L. ist ein Wurzelkletterer Nord-Amerikas. Sie kommt nach Chapman (p. 69) in 2 Varietäten vor.

1. Var. quercifolium Michx. Stamm niedrig, aufrecht, Fiederblätter sehr verschieden gelappt, auf trockenen Fichtenheiden.

2. Var. radicans Torr. Stamm mit Wurzeln kletternd an Bäumen oder Felsen. Fiederblätter gezähnt oder ganz, selten gelappt, an sumpfigen Orten in Dickichten. In wieweit der Standort auf die kletternde oder nichtkletternde Lebensweise Einfluss hat, bedarf noch näherer Untersuchung an Ort und Stelle. Diese Art ist noch nicht in so ausgeprägtem Maasse Wurzelkletterer wie unser Epheu.

§ 6.

Celastraceae.

Evonymus radicans Sbd., in Japan, klettert nach Rein (p. 168) als immergrüner Strauch an lichten Stellen, vor allem auch



an Nadelhölzern empor und vertritt in dem japanischen Wald gewissermassen den weniger häufigen Epheu.

§ 7.

Saxifragaceae.

Die Hydrangea altissima des Himalaya scheint ein echter Wurzelkletterer zu sein, doch wird sie auch als epiphytischer Baum angegeben. Vielleicht vereinigt sie beides miteinander. Exemplare im Herbarium Brandis zeigten an einem blüthentragenden Zweige auf der Unterseite dünne verzweigte Haftwurzeln. Wurzelkletternd ist ferner Hydrangea petiolaris S. et Z., und die Schizophragma hydrangeiodes S. et Z., welche beide in Japan, nach Rein (p. 168) mit armdicken Stämmen bis zu 25 m Höhe an alten Eichen, Buchen, Ahornen und andern Waldbäumen, auch an Felswänden emporklettern.

§ 8.

Cactaceae.

Ausser bedornten Spreizklimmern (Peireskia) enthält diese Familie einige wurzelkletternde Formen in der Gattung Cereus, unter denen vielleicht auch wurzelkletternde Epiphyten auftreten. Als Beispiel ist der in unsern Treibhäusern vielfach cultivirte Cereus nycticalus[1]) zu nennen, dessen blattlose, wenig verzweigte, lange Stämme, aus kantigen fleischigen langen Gliedern zusammengesetzt, zahlreiche Luftwurzeln an beliebigen Stellen der Internodien erzeugen, die entweder frei herabhangen und zum Boden gehen, oder wenn sie an Stützen kommen, an diesen herumkriechen und sich verzweigen. In den Gärten um Rio sah ich einen ähnlichen wurzelkletternden Cereus, welcher sogar an den glatten Stämmen der Oreodoxa regia emporstieg.

Innerhalb der Gattung Cereus giebt es auch epiphytische Arten, z. B. C. flagelliformis Mill. von Argentinien bis Guiana.

§ 9.

Begoniaceae.

Die Gattung Begonia ist in Brasilien reich an Arten vertreten, theils Kräuter, theils hohe Stauden, meist an schattigen Orten im Walde vegetirend. Einige wenige Arten klettern und befestigen sich

---

[1]) cf. Abb. Kerner I p. 601.

mit adventiven Haftwurzeln. Sie gehören zu den wenigen Lianen, die ihre Blüthen im Schatten des Waldes unter den Baumkronen entfalten.

Besonders häufig ist im Wald bei Blumenau die Begonia fructicosa A. DC., deren weichholzige gefurchte Stämme nicht über 3 cm Dicke zu erreichen scheinen. Der Hauptstengel und einige ihm gleich sich verhaltende Seitenäste wachsen als Langtriebe senkrecht an den Stützbäumen hinauf und erzeugen zarte, verzweigte Haftwürzelchen unterhalb eines jeden Knotens zu mehreren. An alten Stämmen werden diese Wurzeln bedeutend länger und reicher verzweigt, bleiben aber dünn.

An alten Exemplaren ist der Stamm unterwärts nackt und die Seitenzweige entwickeln sich hauptsächlich in den oberen Parthien unterhalb und im Schatten der Krone des Stützbaums; sie hangen zierlich im Bogen herab, verzweigen sich und tragen reichblüthige weisse Inflorescenzen, die dem Walde zu hohem Schmucke gereichen.

Ein Dimorphismus in der Blattbildung macht sich hier kaum bemerkbar, die Blätter sind wenige Centimeter lang, lanzettlich.

Begonia convolvulacea A. DC. verhält sich ganz ähnlich, auch bei dieser hangen die Seitenzweige mit ihren viel grösseren weissen Inflorescenzen im Bogen herab. Die Blätter sind bedeutend grösser, langgestielt und breit trapezförmig. Der Stamm bleibt sehr weich und erreicht keine grosse Dicke.

Begonia catharinensis n. sp. Taubert, bei Blumenau häufig, zeigt geringere Dimensionen. Der krautige nur schwach verholzende Stengel befestigt sich an seiner Bauchseite mit sehr zahlreichen, hauptsächlich unter den Knoten gehäuften, verzweigten, dünnen Haftwürzelchen, klettert nicht so hoch wie die vorigen. Ich beobachtete sie an einem Farnbaum, den sie bis zur Krone erklommen hatten, um unter derselben die Seitenzweige mit rothen Blüthen herabhangen zu lassen. Die Blätter sind fingerlang, breit lanzettlich.

§ 10.

Myrtaceae.

Die einzigen Kettersträucher dieser Familie gehören der Gattung Metrosideros an und finden sich auf Neuseeland vor; Hooker erwähnt in seiner Neuseeländischen Flora 6 Arten als Klettersträucher, nämlich M. florida Sm., M. albiflora Banks and Sol., M. diffusa Sm., M. hypericifolia A. Cunn., M. Colensoi Hook. fil., M. scandens Banks and Sol.

Die letztere Art ist im Bot. Mag. (tab. 4515) abgebildet und wird daselbst als ein sehr verzweigter kletternder und wurzelnder Strauch, welcher sich wie unser Epheu verhalten soll, bezeichnet M. florida soll in gleicher Weise klettern. In wieweit die übrigen Arten mit dieser übereinstimmen, darüber bedarf es genauerer Beobachtung.

Innerhalb der Gattung giebt es aber auch epiphytische Bäume nach Art der Baumwürger, wie aus der Beschreibung von der neuseeländischen Metrosideros tomentosa A. Rich. (im Bot. Mag. t. 4488) hervorgeht. Diese Art soll als Epiphyt auf anderen Bäumen keimen, durch ihr kräftiges Wachsthum dieselben bald vollständig umhüllen und zahlreiche holzige Wurzeln nach abwärts bis zum Boden treiben. Der Stützbaum stirbt allmählig ab und der epiphytische Baum steht sodann auf seinem eigenen Wurzelgerüst. Auch soll obige Art von Anfang an als selbständiger Baum vegetiren können. Vielleicht stellt sich bei näherer Untersuchung heraus. dass auch mehrere der oben genannten Arten zu den Baumwürgern gehören, oder dass sich Uebergänge zwischen Epiphytismus und Wurzelklettern hier vorfinden.

§ 11.

Melastomaceae.

Kletternde Vertreter dieser Familie scheinen in Brasilien zu fehlen, obwohl epiphytische Sträucher vorhanden sind. Von tropisch amerikanischen Gattungen sollen gewisse Arten von Tibouchine und Adelobotrys Kettersträucher vorstellen, doch ist mir der Klettermodus derselben nicht bekannt. Dahingegen haben sich in den Tropen der alten Welt wurzelkletternde Sträucher herausgebildet in verschiedenen Gattungen der Tribus der Dissochaeteen, vor allem in den Gattungen Medinilla, Marumnia und Dissochaete. Diese Formen bedürfen aber in Bezug auf ihre Lebensweise noch näherer Untersuchung, da es in diesen Gattungen auch echte epiphytische Sträucher giebt, und in den Floren die Wurzelkletterer nicht scharf von kriechenden und aus den Stämmen wurzelnden epiphytischen Sträuchern unterschieden werden. Einige dieser Arten scheinen beide Vegetationsweisen mit einander zu combiniren. Wurzelkletterer sind z. B. Medinilla radicans (s. Treub, Ann. Buit. III p. 177, Rumphia I tb. 3), ferner Marumnia muscosa nach Blume (Rumphia I p. 17. tb. 4) u. a.

Merkwürdiges Verhalten zeigt nach Treub (Ann. Buit. III p. 177, fg. 4 u. 5 auf Tb. XXVI) eine Art von Dissochaete. Dieselbe ist keine eigentliche Liane, sondern eher ein Baum mit schwankem Stamm, welcher sich gegen benachbarte stärkere Bäume anlehnt und sich auf dieselben stützt. Seine Zweige sind lang und dünn und erzeugen kleine einfache adventive Luftwurzeln, die sich um benachbarte Zweige ähnlich wie Ranken einrollen. Ob nun hier wirklich ein Fall von Haptotropismus vorliegt oder nur von negativem Heliotropismus, bedarf noch der experimentellen Prüfung. So verflechten sich die Zweige des Baumes auch untereinander und geben sich gegenseitigen Halt.

Bei anderen Melastomaceen fand Treub alle Uebergänge von diesen rankenähnlichen Wurzeln zu den Haftwurzeln der Medinilla radicans.

§ 12.

Asclepiadaceae.

Aus der Tribus der Marsdenieae enthält die australasiatische Gattung Hoya windende Arten, welche zur besseren Befestigung an die Stützbäume adventive Haftwurzeln treiben, z. B. Hoya macrophylla (Abb. in Rumphia IV tab. 185). Aus solchen Formen dürften die kriechenden epiphytischen Conchophyllum- und Dischidia-Arten, zur selben Gruppe gehörig, hervorgegangen sein.

§ 13.

Gesneraceae.

Die meisten als wurzelkletternd angegebenen Arten dürften zu den Epiphyten gehören, von denen die Familie eine grössere Anzahl enthält (s. die Liste 1. Cap. § 6). Echte Wurzelkletterer habe ich in Brasilien nicht beobachtet.

§ 14.

Bignoniaceae.

1. Wurzelkletternde Arten treffen wir an in der Tribus Tecomeae in der grossen Gattung Tecoma; so z. B. Tecoma (Campsis) radicans (Nordamerika), deren Stämme an jedem Knoten rechts und links auf der Unterseite eine dichte Doppelreihe von Adventivwürzelchen zur Befestigung erzeugen.[1]) Nur an den langen Kletter-

[1]) cf. Abb. bei Kerner I p. 446.

sprossen werden diese Wurzeln angelegt, und sie wachsen aus, wenn dieselben mit einer Stütze in Berührung kommen. Diese Sprosse sind zugleich lichtscheu, biegen sich vom Lichte ab und erhalten so Gelegenheit, mit der Stütze in enge Berührung zu kommen. Die prächtigen Blüthen befinden sich an bogenartig herabhangenden, nicht kletternden und wurzellosen Seitensprossen. Der Dimorphismus der Sprosse ist hier nicht so scharf ausgeprägt wie beim Epheu.

Im tropischen Asien giebt es eine grössere Anzahl von wurzelkletternden Tecomen, vor allem aus der Gruppe Eutecoma (incl. Dendrophila) z. B. Tecoma dendrophila Blume (Rumphia IV tb. 190) u. A.

Anderseits enthält die Gattung aber auch echte Winder. So hat die Untergattung Pandorea nach Bureau „tige enroulée"; Pandorea australis ist ein echter Winder und auch Eutecoma enthält frutices volubiles.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die wurzelkletternde T. radicans sich von einer ursprünglich windenden Form abgeleitet und mit der Erwerbung der Haftwurzelbildung das Winden aufgegeben hat. Nach Darwin (p. 142) führen die jungen Sprosse auch noch Bewegungen aus, die aber nicht mehr zu Windungen um Stützen ausreichen.

2. Die Tribus der Bignonieae enthält zahlreiche Blattranker, von denen aber einige Arten auch gleichzeitig Haftwurzeln erzeugen. So verhalten sich die in Cap. 5, § 7, 7 behandelten Bignonia unguis und Verwandte, welche sich durch eigenthümliche vogelfussähnliche Krallenranken auszeichnen und mit Hülfe dieser sehr geschickt an Baumstämmen in die Höhe gehen können. Bereits Darwin (p. 69) hebt hervor, dass die mit B. unguis nahe verwandte B. Tweedyana Haftwurzeln ausbildet, und Kerner (p. 666) beschreibt und bildet ab die ebenfalls Haftwurzeln und Krallenranken tragende B. argyroviolacea.

Ich habe in Brasilien Bignonia unguis und eine nahe verwandte Art, B. n. sp. catharinensis, beobachtet, die sich beide in gleicher Weise verhalten. Die Haftwurzeln bilden sich erst in einer grösseren Entfernung von der emporwachsenden Spitze der Langsprosse, und zwar entspringen sie zu mehreren dicht unter den Knoten als oft sehr lange dünne und Seitenäste abgebende Fasern, die den Stamm nachträglich besser befestigen und allein diesem Zwecke dienen, wenn nach einigen Jahren die Krallenranken abge-

storben sind. Fg. 12c Taf. II stellt das Verhalten von Bignonia catharinensis n. sp., die häufig bei Blumenau auftritt, dar. Die beiden Blattfiedern unter jeder Krallenranke sind bereits abgeworfen. Ueber das sonstige Verhalten dieser Kittersträucher siehe weiter unten.

Kerner erwähnt (p. 666), dass bei B. argyroviolacea nur die kletternden Sprosse einpaarig gefiederte, in eine dreitheilige Krallenranke auslaufende Blätter tragen, während die blüthentragenden, in der Krone der Stützbäume gebildeten Sprosse einfache Blätter ohne Ranken erzeugen, ein Verhalten, welches sich an den Dimorphismus der Sprosse bei anderen Wurzelkletterern anschliesst.

§ 15.
Araceae.[1]

Die Araceen enthalten in den Tropen einerseits zahlreiche Epiphyten, theils wurzelkletternde mit langen Stämmen, theils rosettenartige mit gestauchter Achse, andrerseits auch echte Wurzelkletterer, und es lässt sich bei ihnen verfolgen, wie letztere zu epiphytischer Lebensweise übergehen.

Im südbrasilischen Wald, bei Blumenau, tritt sehr häufig eine Aracee, Heteropsis salicifolia Kth., auf, deren lange Luftwurzeln als sipó liásso bezeichnet werden.

Diese Liane klettert mit einem ca. 1,5—2 cm dicken holzigen Hauptstengel, der an kräftigen Exemplaren einige wenige ihm gleich sich verhaltende Triebe abgiebt, an den Stämmen der Waldbäume bis in die Kronen hinauf. Oben tragen die Langtriebe zahlreiche, weit in die Luft herabhängende dünne Seitenzweige. Wir finden bei dieser Liane einen sehr ausgeprägten Dimorphismus der Adventivwurzeln, die zu je einer dicht unter jedem der zweizeilig angeordneten Blätter, also abwechselnd rechts und links am Langtrieb hervorkommen. Die Mehrzahl der Adventivwurzeln sind starke, reich verzweigte rechtwinklig abgehende, den Stützbaum umklammernde und mittelst Wurzelhaare fest an die Rinde angeklebte negative heliotropische Haftwurzeln (vgl. Fg. 5 Taf. I). An Stelle von Haftwurzeln erzeugen nun andere Knoten, besonders in der oberen Parthie des Kletterstrauches, senkrecht nach unten frei in die Luft herabhangende positiv geotropische Nährwurzeln, welche schliesslich den Boden erreichen und in demselben sich reich verzweigen. Diese Nährwurzeln können auch, sofern sie aus Langtrieben an senkrechten Stämmen

[1]) Die Bestimmungen der im Folgenden genannten Araceen verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Engler.

entspringen, dem Stützstamm dicht angeschmiegt nach unten wachsen, und dann nehmen sie etwas platte Form an. Haftwurzeln und Nährwurzeln zeigen wichtige anatomische Differenzen, welche in gleicher Weise auch bei den mit solchen dimorphen Wurzeln ausgestatteten epiphytischen Araceen wiederkehren.[1])

Die langen Nährwurzeln mit ihren wohl entwickelten Wasserleitungsbahnen liefern der in den Baumkronen ein reiches Laubwerk entfaltenden Liane einen hinreichenden Ersatz für das mangelnde Dickenwachsthum des Stammes, dessen Gefässe zur Wasserversorgung nicht ausreichen würden. Es verdient experimentell festgestellt zu werden, inwieweit das erhöhte Wasserbedürfniss der transpirirenden Laubmasse einen Reiz ausübt auf die Entstehung der ersten Nährwurzeln, welche erst in einer gewissen Höhe des kletternden Langtriebes erzeugt werden.

Wie beim Epheu macht sich auch bei Heteropsis salicifolia Kth. ein Unterschied in der Form der Blätter der an den Stützbaum angedrückten Langtriebe und der in die Luft ragenden Seitenzweige bemerkbar. Die ersteren sind eiförmig, 15 cm lang, 6 cm breit, dem Substrat dicht angepresst, im Winkel etwas nach unten gerichtet und bedecken mit ihrer Spreite die junge, dicht unter der Insertion entspringende adventive Haftwurzel, so dass diese sicheren Schutz für ihre Entwicklung findet; die letzteren sind dagegen bei gleicher Länge nur 3 cm breit und nicht nach rückwärts gerichtet, an der Basis auch mehr verschmälert. Ferner verliert sich an den Lufttrieben die Zweizeiligkeit und es werden keine Wurzeln von ihnen erzeugt.

Auch bei anderen wurzelkletternden Araceen kehrt dieser Dimorphismus der Triebe wieder, so nach Engler (Nat. Pfl.fam. II 3 p. 114) bei manchen Pothos-Arten, bei denen die Blätter weit mehr differiren.

Heteropsis salicifolia Kth. wurzelt mit dem Hauptstamm im Boden. Wir können uns nun leicht vorstellen, wie aus einem derartigen Wurzelkletterer ein Epiphyt hervorgehen kann, wenn nämlich der Hauptstamm von unter her abstirbt (wie es ja auch bei den mit Rhizomen versehenen Monocotylen allgemein stattfindet), und nun seine Function als Leitungsbahn ausschliesslich von den Nährwurzeln übernommen wird.

---

[1]) Vergl. Schimper: Die epiphyt. Veg. Amerikas, p. 55 u. Tafel III.
Lierau: Ueber die Wurzeln der Araceen, Englers Jahrb. IX.

In der That lässt sich ein solches Verhalten bei einigen Araceen beobachten.

Als Beispiel nenne ich Anthurium digitatum (Jacq.) Kth., eine bei Blumenau häufige Kletterpflanze mit dicken weichholzigen Langtrieben und grossen 9fingerig zusammengesetzten Blättern. Klammer- und Nährwurzelbildung tritt hier ganz so wie bei Sipo Liasso auf. Der Hauptspross stirbt vom Boden an nach und nach ab, und so wird die Pflanze zu einem Epiphyten, welcher schliesslich in die Baumkrone hineingelangt.

Ebenso verhält sich Monstera pertusa (L.) De Vriese, bei Blumenau beobachtet, mit grossen durchlöcherten Blättern.

Die beiden Arten bilden keine frei in die Luft hangenden Seitensprosse, sondern alle Sprosse verlaufen als Langtriebe dem Stützbaum oder dessen Aesten angeschmiegt. Monstera deliciosa gehört nach Schimper (Epiphyt. p. 55) ebenfalls hierher.

Aus solchen Formen mögen die ausschliesslich epiphytischen Araceen mit kriechenden Stämmen hervorgegangen sein, welche auf den Bäumen selbst keimen.

Als Vertreter dieser letzteren führe ich ein bei Blumenau sehr häufiges Philodendron an, dessen viele Meter lange Luftwurzeln mit sehr zähem dunklen Periderm bekleidet sind und daher als schwarzer Sipo bezeichnet werden. Diese Species hat einen armdicken, wenig verzweigten, auf den Aesten der grössten Waldbäume kriechenden Stamm mit riesigen fiedertheiligen Blättern. Die Differenzirung der Haft- und Nährwurzeln ist sehr ausgeprägt. Nie sah ich diese Art wie die eben aufgeführten vom Boden aus an den Stämmen hinaufklettern, die Samen scheinen stets auf den Stützbäumen selbst zu keimen. Hierher gehört ferner Philodendron Imbé Schott, bei Blumenau beobachtet, deren dicker kriechender Stamm pfeilförmige Blätter trägt, und manche andere.

Nicht alle epiphytischen Araceen aber leiten sich von wurzelkletternden Formen mit Klammer- oder Nährwurzeln ab. Es giebt eine grosse Zahl von Epiphyten (z. B. Anthurium-Arten), welche den Habitus von boden- oder felsbewohnenden gestauchtachsigen und rosettenblättrigen Arten tragen und zu ihrer besonderen Lebensweise befähigt sind durch die characteristische Differenzirung der Wurzelrinde, welche wie bei den epiphytischen Orchideen ein Velamen besitzt.

§ 16.

Cyclanthaceae.

Auch bei Carludovica lässt sich wie bei den Araceen der Uebergang von Wurzelkletterern zu Epiphyten verfolgen und auch hier tritt dieselbe Differenzirung in Haft- und Nährwurzeln auf.[1])

Eine bei Blumenau häufige Carludovica-Art trifft man oft an der Basis der Waldbäume im Boden gekeimt und mit dem gestreckten Stamm an denselben emporkletternd und mit rechtwinklig abgehenden Haftwurzeln befestigt. Von unten her stirbt der Hauptspross langsam ab, oben wächst er, neue Blätter bildend, langsam weiter und rückt so allmählig in die Höhe. Bei Blumenau sah ich ein Exemplar, das bereits bis zu Mannshöhe mit seinem nicht sehr langen Stamm emporgeklettert war, aber noch keine Nährwurzeln erzeugt hatte.

Unter den Cyclanthaceen (siehe Liste Cap. 1 § 6) scheint es auch echte Wurzelkletterer zu geben, deren Lebensweise übrigens noch genauer zu prüfen ist.

§ 17.

Pandanaceae.

Die Cyclanthaceen des tropischen Amerika werden im Malayischen Archipel und Micronesien von den dort auftretenden zahlreichen wurzelkletternden Freycinetia-Arten vertreten.

Die Stämme derselben sind meist fingerdick, verzweigen sich in Langtrieben und tragen an den Enden derselben die schwertförmigen Blätter, die an den unteren nackten Theilen des Stammes ringförmige Blattnarben zurücklassen. Sie heften sich mit Adventivwurzeln fest und klettern zum Theil sehr hoch in die Bäume hinauf. Bei einigen Arten unterstützen Stachelbildungen am Stamm das Klettern, so bei F. strobilacea Blume (Rumphia I p. 156). Weitere Beobachtungen über die Lebensweise dieser Lianen sind erwünscht.

§ 18.

Palmae.

Wie bereits im Cap. 2 § 6 bei Besprechung der Kletterpalmen erwähnt wurde, zeichnen sich nach Blume die mit Flagellen versehenen Plectocomia-Arten auch durch Bildung adventiver Haftwurzeln aus.

---

[1]) cf. Schimper, Epiphyt. Am. p. 54, Carlud. Plumieri.

§ 19.

Orchidaceae.

Die meisten tropischen Orchideen sind Epiphyten oder Felsbewohner. Unter ihnen giebt es nur wenige Formen, die man als Kletterpflanzen bezeichnen kann, so die Vanilla-Arten. Dieselben leben entweder von Anfang an epiphytisch oder werden es über kurz oder lang, wenn sie am Boden keimen und in die Höhe klettern, indem der Stengel von hinten abstirbt. Der langgestreckte sympodial aufgebaute, seine successiven Achsen mit Blüthen abschliessende, wenig verzweigte Stengel kriecht mit seinen langen Internodien schlangenartig durch Gesträuch oder an Bäumen hinauf, und entsendet neben jedem Blatt eine Adventivwurzel, welche sich mit Wurzelhaaren an dargebotenen Stützen befestigt. Klettert die Pflanze an einem dicken Baum empor, dann wachsen diese oft viele Meter langen Wurzeln unter Verzweigung und auf der Rinde nach abwärts; ist keine Stütze vorhanden, dann gehen sie als Luftwurzeln senkrecht nach unten zum Boden, dringen ein und verzweigen sich hier reichlich. Klettert die Vanilla im Gesträuch, so können sich die Wurzeln um dünne Aeste rankenartig herumrollen, was schon Mohl (p. 49) für V. aromatica angiebt. Auch Treub (Ann. Buit. III p. 178) fand oft Wurzeln mit 3 oder 4 Spiralwindungen um relativ dünne Stützen geschlungen. Ob die Wurzeln wirklich haptotropisch sind oder nur negativ heliotropisch, ist unentschieden. Bemerkenswerth ist die javanische V. aphylla Blume (Rumphia I tb. 68) mit gänzlich blattlosen fleischigen Stengeln.

§ 20.

Filices.

Viele tropische Arten sind echte Wurzelkletterer, die ihre Rhizome mittelst zahlreicher dünner Wurzelfasern festheften. Andere leben als epiphytische kriechende oder kletternde, sich anwurzelnde Farne, und es mag bei diesen ähnlich wie bei gewissen Araceen auch ein Uebergang von ersterer zu letzterer Lebensweise stattfinden. Aus den Floren ist mit Sicherheit die Lebensweise nicht zu entnehmen.

In Brasilien traf ich als echte Wurzelkletterer folgende Arten an:

Polybotrya osmundacea H.B.K., häufig an Farnstämmen mit dicken Rhizomen emporkletternd, an dessen Ende die Wedel gebüschelt stehen.

Lomariopsis marginata Kuhn (= L. sorbifolia Mett.).
Lomariopsis scandens Mett.
Aspidium abbreviatum Schrad.
Lomaria polypodioides Dsv.

Wurzelkletterer finden sich ferner in folgenden Gattungen (vgl. Liste, Cap. 1 § 6 p. 20): Scolopendrium, Nephrolepis, Oleandra, Lindsaya.

§ 21.

Combination des Wurzelkletterns mit anderen Modi.

Nur 3 Fälle dieser Art sind bekannt und bereits erwähnt. Gewisse Asclepiadaceen vereinigen Winden mit Wurzelklettern, Bignonia unguis und Verwandte Ranken, Winden und Haftwurzelbildung und die Palmengattung Plectocomia Geisselklimmen und Wurzelklettern. In allen Fällen ist die Adventivwurzelbildung secundär zu dem anderen Klettermodus hinzugekommen, um eine nachträgliche bessere Befestigung an den Stützbäumen zu erzielen.

§ 22.

Beziehungen zwischen Wurzelkletterern und Epiphyten.

In fast allen Familien oder Gattungen mit wurzelkletternden Lianen begegnen uns gleichzeitig auch epiphytische Formen.

So enthalten die Araliaceen in den Tropen epiphytische Holzgewächse, die Piperaceen die zahlreichen epiphytischen krautigen Peperomien, die Marcgraviaceen die als Baumwürger auftretenden Norantea-Arten, die Cacteen epiphytische Arten von Rhipsalis, Cereus, Epiphyllum, Phyllocactus; die Begonien weisen im tropischen Afrika epiphytische Arten auf, die Moraceen zahlreiche Baumwürger in allen Tropen (Ficus, Cussapoa), die Myrtaceen auf Neuseeland einen epiphytischen Baum, die Melastomaceen in den Tropen zahlreiche baumbewohnende Sträucher, die Asclepiadaceen desgleichen wurzelkletternde oder kriechende Epiphyten (Conchophyllum, Dischidia), die Araceen, Cyclanthaceen, Orchidaceen und Filices sind reich an Epiphyten jeglicher Art.

Wurzelkletterer und Epiphyten sind verwandte Vegetationsformen, und aus ersteren können sich leicht letztere herausbilden, falls die Verbreitungsmittel der Früchte oder Samen entsprechende sind. Beide Formen können aus kriechenden Bodenpflanzen, deren Stengel die Fähigkeit der Adventivwurzelbildung besitzen, hervorgehen. In der That giebt es ja auch viele kriechende oder wurzel-

kletternde Epiphyten, welche in manchen Eigenthümlichkeiten mit den echten Wurzelkletterern übereinstimmen. Ihre Blätter sind vielfach dem Stützbaum angedrückt und zeigen ähnliche Gestalten wie bei Ficus pumila oder den Marcgravien (z. B. Polypodium vacciniaefolium). Unter den angeschmiegten Blättern entwickeln sich geschützt die Adventivwurzeln, die hier zugleich auch als Nährwurzeln dienen und angesammelten Humus ausnützen (z. B. Conchophyllum imbricatum, s. Göbel, Pflanzenbiol. Schild. I p. 230). Dem Dimorphismus der Sprosse bei Wurzelkletterern entspricht bei gewissen epiphytischen Kletterformen ein Dimorphismus der Blätter an der kriechenden Achse (Nischenblätter und Laubblätter bei Polypodium quercifolium und einigen anderen Polypodien, cf. Göbel ibid. p. 217 und Taf. VII). Eine sehr interessante Analogie liefert uns das kleine epiphytische, den Baumstämmen dicht mit seinen Blättern und Knollen angeschmiegte Oncidium Limminghii (Göbel ibid. p. 229). Die Knollen desselben sind ganz flach, blattähnlich, von rundlichem Umriss, bedecken zugleich mit den Blättern schützend die Wurzeln und entsprechen darin ganz den angedrückten Blättern der Langtriebe von Marcgravia.

IV.

Die Windepflanzen.

§ 1.

Begriff der Windepflanzen.

Das Winden stellt den verbreitetsten Modus des Kletterns unter den Lianen vor; die Windepflanzen überwiegen an Zahl bedeutend die übrigen Kategorien. In der Regel zeigen die hierher gehörigen Pflanzen diesen Klettermodus allein ausgeprägt, aber er hat sich auch bei vereinzelten rankentragenden Lianen gleichzeitig entwickelt und kommt auch vor in Combination mit Kletterwurzeln. Abgesehen von einigen Farnkräutern (Lygodium, Blechnum volubile), welche mit sehr verlängerter, stengelähnlicher und windender Wedelspindel ausgerüstet sind und als Blattstiel- oder Rhachiswinder bezeichnet werden können, sind es bei allen übrigen Vertretern ausschliesslich die Stengel und zwar die Langtriebe, welche die charakteristische Wachsthumsbewegung des Windens besitzen.

Von den rankenden Phyllomen und Caulomen unterscheiden sich die windenden in erster Linie durch den Mangel einer Reizbarkeit für Berührung mit festen Stützen, sodann durch ihren ausgeprägten negativen Geotropismus und ihre specifische rotirende Nutation. Während die ersteren Stützen nach allen Richtungen des Raums in Folge ihrer Contactreizbarkeit zu umschlingen vermögen, sind die letzteren nur an aufrechte, höchstens schwach geneigte Stützen gebunden. Auch viele Ranken führen einfache nutirende Bewegungen aus während ihrer Streckung, um das Auffinden von Stützen zu erleichtern; bei den Windern tritt aber die characteristische sog. rotirende Nutation auf und zwar in enger Combination mit dem negativen Geotropismus.

Die Winde- oder Schlingpflanzen charakterisiren sich somit als Lianen, die mit ihren noch in Wachsthum und Streckung befindlichen Enden der Sprosse bezw. Blattspindeln bei Anwesenheit einer aufrechten oder bis zu einem gewissen Grad geneigten Stütze an dieser schraubenlinig emporsteigen, sich ihr dicht anlegen und dadurch einen festen Halt gewinnen, um Laub und Blüthen in einer zum Licht günstigen Lage zu entfalten.

Im Folgenden will ich versuchen, die wichtigsten biologischen Eigenthümlichkeiten dieser Kategorie von Lianen unter Benutzung der reichhaltigen Literatur zusammenzustellen.

§ 2.

Systematische Vertheilung der Schlingpflanzen.

Das Verzeichniss der mir mit Sicherheit als Winder bekannt gewordenen Lianengenera ist in der Liste Cap. 1 § 6 enthalten. Die verschiedensten Familien stellen Vertreter; die wichtigsten sind die folgenden, unter denen die für den tropisch brasilischen Wald charakteristischen durch gesperrten Druck hervorgehoben sind:

Filices	Dilleniaceae	Gentianaceae
Gnetaceae	Pittosporaceae	Apocynaceae
Dioscoreaceae	Icacinaceae	Asclepiadaceae
Liliaceae	Phytocreneae	Convolvulaceae
Stemonaceae	Malpighiaceae	Boragineae
Moraceae	Polygalaceae	Bignoniaceae
Polygonaceae	Vochysiaceae	Acanthaceae
Chenopodiaceae	Euphorbiaceae	Verbenaceae
Phytolaccaceae	Loasaceae	Campanulaceae
Magnoliaceae	Combretaceae	Lobeliaceae
Lardizabalaceae	Aristolochiaceae	Rubiaceae
Menispermaceae	Papilionaceae	Caprifoliaceae
Violaceae	Oleaceae	Compositae

Die Mehrzahl dieser Familien hat neben den Windepflanzen an anderen Vertretern auch noch andere Klettermodi zur Ausbildung gebracht. Es kommt weniger häufig vor, dass innerhalb einer grösseren systematischen Gruppe alle Gewächse einem biologischen Typus folgen, und wenn schon die Ausgangsformen der Lianen verschiedene sind, so erklärt es sich, dass auch die Art und Weise des Kletterns nicht überall eine übereinstimmende ist.

§ 3.

Die wichtigsten Eigenthümlichkeiten der Windepflanzen.

1. Welche Theile winden?

Die ersten Internodien der Keimpflanzen selbst typischer Winder, wie Phaseolus, Convolvulaceen, Polygonum convolvulus winden nicht, sondern wachsen grade oder etwas hin- und hergebogen aufrecht.[1]) Ihre Nutation ist zu unbedeutend, um zu Windungen zu führen, und erst wenn der Stengel eine gewisse Länge erreicht hat, stellt sich die ausgeprägte rotirende Nutation und damit das Winden ein. Die Keimpflanze von Ipomoea versicolor z. B. erzeugt zunächst 3 gerade Internodien, und erst das 4. windet. (Scott, Annals of bot. 1891 Taf. XII Fig. 1.) Ebenso verhalten sich die aus unterirdischen Rhizomen oder oberirdischen älteren Sprossen emporgesandten Langtriebe, die mit ihren ersten Internodien gerade aufrecht wachsen und dann erst zu winden beginnen,[2]) so z. B. die Schösslinge von Humulus, deren 2—3 unterste Internodien kurz und gerade bleiben, von Convolvulus und Ipomoea, Aristolochia, Cynanchum, Lonicera, Periploca, Thunbergia u. v. A. Im Allgemeinen sind es die 3—5 ersten Internodien, welche gerade bleiben und erst die folgenden werden länger und rotiren. Bei manchen sogenannten schlechten oder schwachen Windern mögen noch mehr Internodien gerade, ohne Stütze, zu wachsen befähigt sein. Ich fand bei Blumenau junge Exemplare von Abuta Selloana, eine der häufigsten der dickstämmigen Lianen Südbrasiliens, welche etwa Mannshöhe erreicht hatten und frei aufrecht im Walde standen. Auch für die beiden untersten Blattspindelinternodien von Lygodium articulatum[3]) gilt das Nämliche, erst das dritte Glied beginnt und zwar anfangs sehr langsam zu winden.

Diese Erscheinung wiederholt sich dem Wesen nach auch bei der Bildung der Ranken, die an den untersten Internodien der kletternden Langtriebe in der Regel noch fehlen.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass nur die Langtriebe winden, mit denen die Pflanze rasch in die Höhe strebt, um Laub und Blüthen in die geeignete Lage zu bringen. Abgesehen von den blüthentragenden Seitenachsen und, wo sie entwickelt sind, den unterirdischen Achsen, welche beide nicht winden, sind nun bei manchen, vorwiegend

---

[1]) cf. Palm p. 16; Mohl p. 104; Sachs, Vorl. p. 817.

[2]) cf. Palm p. 34; Mohl p. 104; Sachs, Vorl p. 817; Darwin p. 2.

[3]) cf. Darwin p. 30.

krautigen und gut windenden Arten sämmtliche Sprosse als windende und beblätterte Langtriebe ausgebildet, so bei Humulus, bei Convolvulus, bei Phaseolus u. v. A. Eine grosse Zahl, wenn nicht die überwiegende Mehrzahl der Schlingsträucher mit holzigen Stengeln aber zeigt einen mehr oder weniger ausgeprägten Dimorphismus der Zweige, lange windende Sprosse und seitlich aus denselben erzeugte kürzere, gerade oder gestauchte, nicht windende, laubblatttragende und oft in Blüthenstände ausgehende Seitenachsen. Dies ist z. B. der Fall bei brasilischen Dilleniaceen, Davilla und Doliocarpus, wo an dem langen holzigen Lianenstamm seitliche Blätterbüschel tragende Kurztriebe hervorkommen, ferner bei Aristolochia Sipho, Malpighiaceen u. A. Fig. 6 Taf. I zeigt einen gewundenen Langtrieb von Abuta Selloana mit geraden, seitlichen begrenzten Laubzweigen. Bei Asparagus plumosus windet nur der Langtrieb, nicht aber dessen reich verzweigte Seitenäste.

Interessant verhält sich nach Darwin (p. 32) Combretum argenteum. Die Pflanze trieb anfangs kurze, nicht rotirende Sprosse, endlich aber sandte sie von dem unteren Theile eines der Hauptzweige einen dünnen 5—6 Fuss langen kräftig windenden Spross mit wenig entwickelten Blättern aus; sie entwickelt also zweierlei Sprosse, die windenden erst nach hinlänglicher Erstarkung, und ähnlich verhalten sich viele der tropischen Klettersträucher.

Hat ein Schlingstrauch im Walde die Baumkronen mit seinen Langtrieben erreicht, so tritt eine reichliche Verzweigung ein; es wird dann vorwiegend seitlich abstehendes nicht windendes Geäst erzeugt, während die in die Höhe gekletterten Langtriebe unterwärts meist ganz zweiglos bleiben und nach Abwerfen der Blätter als nackte um die Stützen geschlungene Taue erscheinen, höchstens hier und da einen Langtrieb mit gleichem Verhalten abgebend.

An den Langtrieben ist nun die Windebewegung örtlich und zeitlich beschränkt auf die noch wachsenden und in Streckung befindlichen Internodien. Die jüngsten Internodien des Sprossgipfels winden noch nicht; die rotirende Nutation tritt erst unterhalb dieser an den wenigen in Streckung befindlichen Internodien ein, erreicht ihr Maximum und erlischt langsam nach unten, wenn die definitive Länge eines Gliedes erreicht wird. Die Windebewegung ist somit eine Wachsthumsbewegung.

2. Vorgang des Windens.

Eine grosse Anzahl von Forschern haben versucht, die Windebewegung zu analysiren; ich verweise auf die im Literaturverzeich-

niss angeführten Arbeiten von Palm, Mohl, Dutrochet, Darwin, Sachs, Pfeffer, de Vries, Schwendener, Ambronn, Baranetzky, Kohl und Wortmann. Obwohl die Ansichten der neueren Autoren selbst in wichtigen Punkten auseinander gehen, stimmen doch die meisten überein in der Anerkennung wenigstens von 2 beim Winden betheiligten Factoren, nämlich dem negativen Geotropismus und der eigenthümlichen Nutation des Sprossendes.

Der schraubenförmig aufsteigende Stengel der Windepflanzen zeigt sein oberes Ende geneigt oder horizontal abstehend. Diese Neigung oder Vorkrümmung ist wie Baranetzki (p. 13) und Wortmann (B. Ztg. 1886, p. 623) nachgewiesen haben, eine active, nicht, wie man vielfach annahm, nur durch das Eigengewicht verursacht.

In dieser geneigten Lage beschreiben nun die in Streckung befindlichen Internodien ihre rotirende Nutation, welche sich als eine Flankenkrümmung darstellt. Das Resultat davon ist, dass das Sprossende in einem Kreise oder einer Ellipse oder ähnlicher Kurve, je nach der Regelmässigkeit der Bewegung, herumgeführt wird.

Die Windebewegung der Windepflanzen ist nun, wie Wortmann auf Grund der Beobachtungen von Baranetzki und seiner eigenen Versuche darzuthun versucht, eine Combinationsbewegung, „sie ist das Resultat einer Flankenkrümmung verbunden mit negativem Geotropismus"; die Linie stärkster Streckung der Zellen liegt auf der rechten oder linken Flanke je nach der Windungsrichtung; die Flankennutation giebt die horizontale, der in jedem Querschnitt der wachsenden Region vorhandene negative Geotropismus die verticale Componente für das schraubenförmige Aufwärtswachsen.

Die einzelnen Vertreter der Windepflanzen verhalten sich nun sehr verschieden, was die Geschwindigkeit der rotirenden Nutation, deren Gesammtdauer, die Weite des vom Gipfel beschriebenen Kreises anbelangt. Auch variiren diese Grössen bis zu einem gewissen Grade bei den einzelnen Individuen und Sprossen und werden beeinflusst von äusseren die Vegetation der Pflanze begünstigenden oder hemmenden Factoren. Hinsichtlich dieser Erscheinungen sei auf das reichhaltige Werk von Darwin über Kletterpflanzen verwiesen.

Gute Winder gebrauchen im Allgemeinen ca. $1^1/_2$—$2^1/_2$ Stunden für einen Umlauf. Darwin bringt (p. 18 ff.) für eine grössere Zahl

von Schlingpflanzen Angaben der Umlaufszeiten, aus denen sich ergiebt, dass manche Winder weit mehr Zeit gebrauchen, so z. B. Lygodium scandens als Mittel aus 5 Umläufen 5 Stunden 45 Minuten; Adhatoda bedurfte sogar zuweilen 48 Stunden für einen Umlauf. Die schnellste Bewegung zeigte nach Darwin Scyphanthus, welcher einen Umlauf in 1 Stunde 17 Minuten vollendete.

Bei manchen Windern kann das freie nutirende Sprossende sehr grosse Kreise beschreiben. So beobachtete Baranetzki (p. 12) an Dioscoreen, Ipomoeen, Pharbitis hispida häufig bis 20 cm lange horizontal ausgestreckte schwingende Stengelenden, Darwin (p. 5) bei Ceropegia Gardnerii (Asclep.), dass ein windender Stengel mit seinem horizontal abstehenden 31 Zoll langen, aus mehreren Internodien bestehenden Sprossende einen Kreis von über 5 Fuss Durchmesser beschrieb mit einer Geschwindigkeit von 5 Stunden 15 Minuten bis 6 Stunden 45 Minuten für jeden Umlauf. Es sind dies extreme Fälle, welche aber in ähnlicher Weise bei vielen tropischen Schlingsträuchern mit relativ dicken kräftigen Langtrieben wiederkehren dürften. Bei krautigen Windern würde der Stengel nicht kräftig genug sein, ein so weit abstehendes Ende zu tragen und solche Winder sind ja auch meist auf dünne Stützen angewiesen.

Ueber die Gesammtdauer der rotirenden Nutation an einem Sprossglied liegen nur sehr wenige exacte Beachtungen vor. So fand Darwin (p. 3), dass ein Internodium von Humulus lupulus im Ganzen 37 Nutationen beschrieb, sich während 5 Tage bewegte und nach dem dritten Umlaufe 3 Tage und 20 Stunden hindurch schnellere Rotationen zeigte, die regelmässigen Drehungen wurden im Mittel in 2 Stunden 31 Minuten ausgeführt. Es rotiren beim Hopfen immer gleichzeitig 3 Internodien von verschiedener Länge.

Die Fähigkeit der rotirenden Nutation geht nicht sofort verloren, wenn der windende Stengel sich bereits um die Stütze spiralig gelegt hat, sondern erlischt langsam.

Die rotirende Nutation gewährt den Windepflanzen einen doppelten Vortheil. Sie ermöglicht einmal das Auffinden der Stützen und zweitens das Umwinden derselben. Nicht minder ist die enge Combination derselben mit dem negativen Geotropismus von Vortheil, denn vermöge dieser letzteren Reizbarkeit sind die Stengel stets bestrebt, senkrecht nach oben zu wachsen und auf diese Weise das Laub in die richtige Lage zu bringen. Umwinden von Stützen nach abwärts ist nur möglich für positiv geotropische rotirende

Organe und in der That beobachtet worden von F. Müller an Luftwurzeln eines Philodendron in Südbrasilien.

Von den meisten Windern werden Stützen umwunden, die bis zu 45° geneigt sind. Der Grenzwinkel wird sich im Allgemeinen für jede Art und für jeden Spross richten nach der Länge des nutirenden Sprossendes und der davon abhängigen Weite des beschriebenen Kreises. Mohl (p. 132) fand, dass eine Ipomoea erst bei einer Neigung der Stütze von 20° gegen den Horizont um diese windet, Phaseolus aber erst bei 40°.

Der negative Geotropismus offenbart sich in vortheilhafter Weise auch dann, wenn ein windender Stengel über die Stütze hinaus wächst oder von derselben durch einen Zufall entfernt wird. Der weiterwachsende Spross sinkt dann in Folge seines Eigengewichtes nach unten, aber bald biegt er sich an den Enden wieder nach oben und windet um den herabhängenden Theil. Sehr schön ist diese Erscheinung zum Beispiel bei Actinidia polygama zu beobachten. So ist den Sprossen Gelegenheit gegeben, wieder an Stützen zu gelangen. Unter Umständen können die Sprosse auch bis zum Boden niedersinken, über denselben hinkriechen und nun an benachbarten Stützen wieder sich erheben.

Ferner bewirkt der negative Geotropismus das feste Anlegen der windenden Sprosse an die Stütze, welche von dem nutirenden Ende anfangs nur in lockeren Windungen umschlungen wird. Indem die schraubenförmig gewundenen Internodien das Bestreben haben von unten nach oben fortschreitend sich gerade zu strecken, werden die Windungen steiler und enger und schliesslich der Stütze fest angepresst.

Eine Windepflanze kommt erst dann zu kräftiger vegetativer Entwicklung, wenn sie an Stützen emporgeht. Erst dann können Blätter und Blüthen in die richtige Lage gebracht werden. Krautige Winder wachsen daher am üppigsten in Gebüschen, Hecken, holzige hochkletternde in Wäldern. An ungünstigen Standorten findet mangelhafte Entwicklung statt, buschartiges Wachsen, Verwirrung der Langtriebe unter einander.

Wirken noch andere Factoren beim Winden mit ausser Nutation und Geotropismus? Nur bei einer einzigen Gattung, Cuscuta, ist bis jetzt mit Sicherheit eine gleichzeitige Reizbarkeit der Stengel für Contact nachgewiesen und ebenso dürfte sich Cassytha verhalten, aber beide Gattungen weichen in ihrer parasitischen Lebens-

weise sehr von den normalen Windern ab und bilden eine besondere biologische Kategorie für sich.

Von einigen Autoren ist indessen eine Art Reizbarkeit für Contact mit der Stütze auch den gewöhnlichen Windern zugeschrieben worden, zuerst von Mohl (p. 112) in seiner bekannten Arbeit über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen, während Palm (p. 98) in seiner gleichzeitigen Abhandlung auf Grund zahlreicher Versuche zu dem richtigen Schluss kommt, dass keine „Anziehungskraft“ der Stütze zu den Windepflanzen statt hat. Die meisten neueren Autoren halten eine Reizbarkeit für ausgeschlossen, so Darwin (p. 12), Pfeffer (Pfl. phys. p. 204), de Vries, Schwendener, Ambronn, Baranetzki, Wortmann, während Kohl (p. 16) sich für eine Reactionsfähigkeit des Stengels auf einen andauernden seitlich in bestimmter Weise wirkenden Druck ausgesprochen hat. Gegen die nothwendige Mitwirkung einer Contactreizbarkeit spricht vor allem die Fähigkeit der Winder, ohne Stützen freie Windungen auszuführen, und dieselbe Thatsache lässt sich auch der von Schwendener und Ambronn vertretenen Ansicht entgegensetzen, dass eine periodisch sich abspielende „Greifbewegung“ des Stengelendes, die durch den Widerstand der Stütze gegen das sich bewegende Sprossende hervorgerufen werden soll, neben der rotirenden Nutation und dem negativen Geotropismus das Umwinden von Stützen vermittle. Auch die nachträglich auftretenden Torsionen haben nichts mit dem eigentlichen Winden zu thun, denn manche Schlingpflanzen zeigen sie nicht.

3. Einfluss äusserer Factoren.

Abgesehen von der Schwerkraft wird das Winden von sonstigen äusseren Factoren nur in sehr geringem Maasse beeinflusst. Die Wärme hat nur insofern auf dasselbe Einfluss, als bei günstiger Temperatur überhaupt alle vegetativen Erscheinungen, mithin auch das Wachsthum und damit zugleich die Windebewegung gefördert werden. Windende Sprosse besitzen dem Lichte gegenüber eine geringe Reizbarkeit, welche bei einseitiger Beleuchtung ein Hinbiegen nach der Lichtquelle hervorruft, doch ist dieser positive Heliotropismus meist schwächer ausgeprägt als an normalwüchsigen Stengeln, denn für die windenden ist es vortheilhafter, wenn dieser Einfluss verringert wird, damit die Stütze möglichst gut umwunden

werde. Bei einseitiger Belichtung beschreiben die nutirenden Sprossspitzen ihre Bogen rascher, wenn sie dem Lichte sich zuwenden, langsamer an der abgewandten Seite. Bei ausgezeichneten Windepflanzen ist dieser Unterschied aber nur sehr gering oder kaum bemerkbar (Pfeffer p. 209). Die Windebewegung geht auch im Dunkeln, also auch während der Nacht, ununterbrochen und ungeschwächt weiter und ist somit unabhängig vom Licht. Heliotropismus als nützliche Eigenschaft ist unter den Kletterpflanzen nur bei den Wurzelkletterern mit ihren lichtscheuen Klettertrieben und bei einigen Rankern mit lichtscheuen Ranken verwerthet.

4. Die Stützen.

Die Stützen sind für die eigentliche Windebewegung entbehrlich, aber nothwendig für das normale Gedeihen der Windepflanzen, die in der Natur, im Gebüsch oder im Wald die verschiedenartigsten Stützen vorfinden. In den tropischen Wäldern sind es die Stämme der Waldbäume und Sträucher, in ihrer Dicke sehr verschieden, die holzigen und krautigen Stämme anderer Kletterpflanzen, die Luftwurzeln der epiphytischen Aroideen. Während um dünne Stützen alle Schlingpflanzen winden können, ist das Maximum der Dicke der Stützen verschieden für die Arten je nach der Länge des nutirenden Sprossgipfels und dem Durchmesser des von ihm beschriebenen Kreises. So windet beispielsweise nach Mohl (p. 134) Phaseolus um Stämme von 3—4 Zoll Dicke, aber nicht mehr um solche von 9 Zoll, Wistaria nach Darwin (p. 17) nicht mehr um solche von 5—6 Zoll Dicke, Ruscus androgynus nach Darwin (p. 29) dagegen um Säulen von selbst 9 Zoll Durchmesser.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die krautartigen und gutwindenden Formen wie Convolvulus nur Stützen von mässiger Dicke zu umwinden vermögen, wie es ja auch dem Vorkommen derselben am besten entspricht, dass dagegen die als Waldlianen auftretenden dickstämmigen holzigen Winder befähigt sind, dickere Stützen zu umfassen; indessen trifft man die zahlreichen Malpighiaceen, Menispermaceen, Aristolochien etc. doch nie an den dickeren Waldbäumen. Eine Ausnahme machen die Kletterssprosse der Machaerien, die ich selbst an sehr dicken Bäumen in langgezogenen Spiralen aufsteigen sah, aber dieselben gehören zu den Rankern, haben axilläre lange, mit Stipulardornen besetzte Zweig-

ranken, die den Stützbaum umklammern. Die Machaerien sind Zweigklimmer, zeigen aber Neigung der Klettersprosse zum Winden.

Sehr häufig sieht man die Winder an den dünnen Luftwurzeln der Aroideen aufsteigen, oft zu mehreren Sprossen um einander gewunden. Nach Absterben der Wurzeln bleiben dann die zusammengewundenen Stämme allein übrig. Häufig umwinden zwei Langtriebe derselben Pflanze einander und können, falls sie steif genug sind, so eine Strecke weit frei aufsteigen, bis sie vielleicht neue Stützen finden.

Wenn eine Windepflanze mit secundärem Dickenwachsthum einen Baumstamm umwunden und nun mehrere Jahre hindurch vegetirt hat, tritt eine Calamität ein durch das gleichzeitige Dickenwachsthum des Baumes, welches schliesslich einen grossen Zug auf den Stamm des Winders ausübt. Der Stamm des letzteren wird dadurch dicht der Stütze angepresst, abgeplattet, weil er sich nicht nach innen zu verdicken kann, seitlich umwallt und oft sogar streckenweise ganz in das Holz des Stützbaumes eingeschlossen, wie ich es verschiedentlich in Brasilien beobachtet habe. In den meisten Fällen tritt dann eine Zerreissung des Windestammes, der Untergang der Liane ein, weil die Bäume ein festeres Holz erzeugen als die Winder und ihre Leitungsbahnen nicht abgeschlossen werden. Diese Erscheinung lässt sich häufig bei unserer Lonicera Periclymenum L. beobachten, wenn sie an Bäumen in die Höhe gestiegen ist. So bildet Hildebrand (Verh. nat. Ver. Rheinl. XXIV Fig. 2) einen von einer Birke umwallten Lonicera-Stamm ab, welcher im 6. Jahre nach vollständiger Umwallung zum Absterben kam. Nicht immer aber gelingt es den Stützbäumen, die windenden Stämme abzuwerfen. So bewirkt die in den Wäldern Südcarolinas auftretende Lonicera ciliosa häufig das Absterben oder Abdorren der von ihnen innig umschlungenen Bäume, wie Kerner (p. 148), welcher eine anschauliche Abbildung dieses Winders giebt, darstellt. Die Stämme der L. ciliosa nehmen infolge des Druckes der einige Jahre mitwachsenden Stützbäume sehr bizarre Formen an. Nach einer Angabe von Leunis soll auch Celastrus scandens L. ihren Stützbaum zuweilen zum Absterben bringen. Solches Verhalten dürfte übrigens unter den Windern nicht häufig anzutreffen sein.

Wenn man im tropischen Wald sehr alte und dicke Stämme von Schlingsträuchern antrifft, von Menispermaceen, Malpighiaceen, Fragariopsis, Mucuna etc., so sind dieselben sehr häufig frei, nicht

an Bäumen emporgehend. Sie sind entweder an krautigen vergänglichen Stützen aufgestiegen oder sind auch streckenweise nach Art der Spreizklimmer in die Höhe gelangt, denn manche der tropischen Windesträucher winden nur schwach und sind nicht ausschliesslich an Stützen gebunden.

5. Richtung der Spirale.

Mit verschwindenden Ausnahmen zeigt sich bei den Windepflanzen die allgemeine Erscheinung, dass die Richtung der Schraubenlinie des Stengels eine constante ist und zwar in der Mehrzahl der Fälle eine linksläufige, d. h. die Stütze bleibt beim Aufstieg in der Spirale stets zur Linken. Diese Constanz der Windungsrichtung, welche sich weder durch äussere Factoren ändern lässt, auch nicht mit der Blattstellung in Beziehung steht, beruht auf inneren unbekannten Ursachen.

Die Pflanzen, bei denen bis jetzt keine constante Windungsrichtung beobachtet ist, sind nur gering an Zahl. Hierher gehört Loasa aurantiaca. Darwin (p. 27) erzog 17 Pflanzen, von denen 8 links, 5 rechts wanden, 4 anfangs in der einen, dann in der anderen Richtung, wobei die Stiele der gegenständigen Blätter einen Stützpunkt für das Umkehren der Schraubenlinie boten. Bei Scyphanthus (= Grammatocarpus) elegans beobachtete Darwin (p. 27) ebenfalls Umkehrung an demselben Spross sogar in der Mitte der Internodien und Sachs (Vorles. p. 817) giebt von Blumenbachia lateritia an, dass die Sprosse desselben Stockes bald rechts bald links winden; sogar an demselben Spross kann Wechsel statthaben, was ich an Exemplaren des Bonner Gartens bestätigen konnte. Diese 3 Pflanzen gehören zu den Loasaceen. Gleiches Verhalten ist auch bei Dilleniaceen constatirt worden, so für Hibbertia dentata nach Darwin (p. 27) und für Davilla nach F. Müller (Journ. of L. soc. IX p. 349). Diesen Pflanzen schliesst sich auch das sonst als linkswindend angegebene Lygodium nach Sachs (Vorl. p. 825) an, ferner nach Dutrochet (cit. von Darwin p. 27 u. 34) und Darwin (p. 27) auch Solanum Dulcamara, welches zuweilen schwach windet, und Ipomoea jucunda, bei welcher Darwin (p. 27) ein einziges Mal eine Umkehrung auf einer kurzen Strecke constatirte. Bei Polygonum complexum (= Mühlenbeckia compl.) winden nach Kohl (p. 17) verschiedene Sprosse desselben Stockes links oder rechts. Testudinaria silvatica Eichl. zeigte mir an Exemplaren des

Berliner Gartens bald rechts bald links gewundene Triebe, ebenso Mühlenbeckia varians und rotundifolia.

Im Allgemeinen ist die Windungsrichtung innerhalb einer Gattung ein und dieselbe und auch die Familien scheinen sich zum Theil übereinstimmend zu verhalten. Ausnahmen machen u. A. Dioscorea, von welcher nach De Vries (p. 328) Diosc. Batatas links, D. sativa, villosa, discolor, versicolor rechts winden. F. Müller (Journ. Linn. soc. IX p. 349) erwähnt eine rechtswindende Species der Compositengattung Mikania, die sonst nur linkswindende Arten enthält. Dies sind die einzigen bekannten Ausnahmen und auch Darwin (p. 26) sagt, dass er sonst kein Beispiel für verschiedenes Verhalten innerhalb derselben Gattung kenne.

Nachfolgendes Verzeichniss von Links- und Rechts-Windern nach Gattungen ist angefertigt auf Grund der Listen von Palm (p. 28), Mohl (p. 125), Darwin (p. 18) und von eigenen Beobachtungen. Der Uebersichtlichkeit halber sind die oben genannten Pflanzen mit gleichzeitig zwei Windungsrichtungen am Schlusse der Liste zusammengestellt.

Linkswinder.

Filices	Lygodium	Malp.	Banisteria
	Blechnum volubile		Triopteris
Liliac.	Asparagus		Schwannia
	Semele	Pittospor.	Sollya
Stemon.	Stemona	Celastr.	Celastrus scandens
Dioscor.	Dioscorea Batatas	Euph.	Tragia
Chenop.	Basella		Dalechampia
	Boussingaultia	Arist.	Aristolochia
Ranunc.	Aconitum volubile	Combr.	Combretum
Lardizab.	Akebia		Quisqualis.
	Stauntonia	Papil.	Wistaria
Laur.	Cassytha		Phaseolus
Menisp.	Stephania		Nissolia
	Anomospermum		Dolichos
	Cocculus		Glycine
	Botryopsis		Abrus
	Abuta		Clitoria
	Menispermum		Centrosema
	Cissampelos	Oleac.	Jasminum
Ternstroem.	Actinidia	Apoc.	Dipladenia
	Stuartia		Parsonsia
Malp.	Thryallis		Echites
	Stigmatophyllum		

Asclep.	Ceropegia	Convol.	Ipomoea
	Gonolobus		Pharbitis
	Stephanotis		Calystegia
	Hoya		Quamoclit
	Calostigma		Convolvulus
	Oxypetalum		Rivea
	Blepharodon		Cuscuta
	Sarcostemma	Borag.	Tournefortia
	Periploca	Bign.	Tecoma meonantha Lk.
	Asclepias	Acanth.	Thunbergia
	Cynanchum	Lobel.	Cyphia
		Compos.	Mikania.

Rechtswinder.

Dioscor.	Tamus communis	Dillen.	Hibbertia
	Dioscorea z. Th.	Plumbag.	Plumbago
	Rajania	Acanth.	Adhadota
Liliac.	Lapageria	Verben.	Clerodendron Thomsonii
Urticac	Humulus	Rub.	Manettia
Magnol.	Schizandra		Morinda
	Kadsura		Paederia
Polygon.	Polygonum	Caprif.	Lonicera
Viol.	Corynostylis		

Rechts- und Links-Winder.

Filices	Lygodium	Loasac.	Loasa aurantiaca
Dioscor.	Testudinaria silvatica		Grammatocarpus elegans
Polygon.	Mühlenbeckia		Blumenbachia lateritia
Dilleniac.	Hibbertia dentata	Convolv.	Ipomoea jucunda
	Davilla	Solan.	Solanum Dulcamara

6. Torsionen.

Die meisten Autoren, welche sich mit der Mechanik des Windens beschäftigt haben, betrachten die Torsionen, die an nicht mehr nutirenden Internodien häufig aber nicht immer sichtbar werden als belanglos für die eigentliche Windebeweguug. Eine ganz schwache und zwar antidrome, meist nicht bemerkbare Torsion muss wie Sachs (Vorl. p. 826) hervorhebt, bei jedem Winden mit mechanischer Nothwendigkeit eintreten. Nachträgliche Torsionen, entstehend durch stärkere Streckung der Rindenzellen auf einer die Internodien umlaufenden Spirallinie, meist homodrom, stellenweise aber auch antidrom oder in der Richtung wechselnd mit Kehrpunkten, kommen gewöhnlich erst dann zur Erscheinung, wenn der windende Stengel sich an eine Stütze festgelegt hat, und helfen

offenbar mit zu einem festeren Anschmiegen an die Stütze. Aber auch bei freien Windungen ohne Stützen treten Torsionen um die eigene Axe auf. Die Torsionen sind autonomen Ursprungs (Pfeffer, p. 212).

Die Torsionen treten an dickeren Stämmen holziger Windesträucher oft sehr auffallend hervor, besonders bei Malpighiaceen, deren Holzkörper meist gefurcht ist oder durch nachträgliche Zerklüftung in einzelne durch weiches Gewebe getrennte Stränge zerlegt wird. Die Torsionen können hier oft so stark eintreten, dass dadurch der Stamm der Länge nach in freie Stränge einreisst[1]), und so den Anblick von mehreren um einander gewundenen Tauen gewährt. Derartige starke Torsionen bemerkt man an frei durch die Luft aufsteigenden dickeren Stämmen; bei Vorhandensein von Stützen scheinen sie sich nicht in so hohem und für die Pflanze geradezu schädlichem Maasse ausbilden zu können. Von der Zweckmässigkeit dieser auf inneren Wachsthumsgesetzen beruhenden Erscheinungen kann ich mir keine Vorstellung machen. Bei frei hängenden Malpighiaceenstämmen mit rippenartig vortretenden Holzsträngen sieht man an diesen auch häufig Umkehrung der einen Torsionsrichtung in die andere, so dass solch eigenthümliche Formen entstehen, von denen Wigand (Flora 1856 p. 675 T. VII) eine Abbildung giebt, und welche ich ebenfalls häufig beobachtet habe, z. B. bei Heteropteris-Arten.

7. Vorauseilen der Stammentwicklung vor der Blattentfaltung

tritt bei Windepflanzen sehr allgemein in die Erscheinung und hat den leicht einzusehenden Nutzen, das Emporwinden der Sprossenden zu erleichtern, nicht durch abstehende Blätter zu behindern. Die nutirende Stammspitze bleibt von allem unnöthigen Ballast frei. An dem windenden Langtrieb sind die Blätter auf eine mehr oder weniger weite Strecke von der Spitze nach abwärts noch in der Anlage ruhend und die Streckung der Internodien läuft der Blattentfaltung bedeutend voraus; diese Erscheinung trägt ganz wesentlich mit zu dem eigentlichen Habitus der Schlingpflanzen bei. Besonders an tropischen Schlingsträuchern ist sie ausgeprägt zu beobachten. Im Walde trifft man oft viele Meter lange Schösslinge

[1]) Querschnitt eines solchen Stammes von Tetrapteris inaequalis Cav. bringt Fig. 65 meiner Anatomie der Lianen.

von Schlingsträuchern, die noch gar keine entwickelten Blätter tragen und schon hoch in die Bäume hinaufgeklommen sind. Bei Malpighiaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen, Dilleniaceen u. A. kann auch der Fall eintreten, dass die Blätter an den Langtrieben sich nur zu kleinen Schuppen oder Niederblättchen entwickeln, während die Laubblätter erst an den oberen Seitenästen in der Krone des Stützbaumes sich entfalten.

Auch die windenden Blattspindeln von Lygodien, welche über 50 Fuss lang werden können, und Blechnum volubile zeigen die in Rede stehende Erscheinung. Von letzterer Art sah ich bei Blumenau einen viele Meter langen jungen Wedelstiel, der schon seine spätere Länge ungefähr erreicht hatte, hoch hinauf gewunden war, aber noch keine einzige Blattfieder entfaltet hatte.

Aehnliches Verhalten begegnet uns auch bei Rankern, bei denen auch die Internodienstreckung und zugleich die Ausbildung der specifischen Kletterorgane der Blattentfaltung voraneilt.

§ 4.
Phylogenie der Winder.

Die Windepflanzen stammen ab von Kräutern und Sträuchern, deren Internodien die Fähigkeit hatten, sich stark zu verlängern, anfangs vielleicht nur infolge des schattigen Standorts zwischen anderen Gewächsen. Beim Uebergang zu typischen Kletterern wurde dann die längere Ausbildung der Internodien als nützliche Eigenschaft constant und mehr oder weniger unabhängig von den Beleuchtungsverhältnissen. Auch wird sich bei den nahen Beziehungen zwischen windenden und langstengeligen kriechenden Gewächsen, namentlich bei krautartigen, der Uebergang zu windenden Formen bei Wachsthum in dichter Vegetation aus den letzteren vollzogen haben können. Zu der Ausbildung langer Internodien trat die rotirende Nutation in Combination mit dem negativen Geotropismus.

Manche Schlingpflanzen sind auf einer unvollkommenen Stufe des Windens stehen geblieben (Frutices v. herbae subvolubiles der Floren) und oft kann man bei einem schwach windenden Strauch oder Kraut im Zweifel sein, ob man ihn noch zu den sog. Spreizklimmern rechnen soll. Auch giebt es Gattungen, in denen neben spreizklimmenden Formen bereits Winder auftreten, so z. B. Capparis, Büttneria, Loasa u. A. Viele tropische Menispermaceen und Malpighiaceen zeigen durchaus nicht immer

an allen Langtrieben Windungen und vermögen streckenweise nach Art von Spreizklimmern emporzusteigen, sie winden nur regelmässig, wenn sich sehr günstige Stützen darbieten. Aber es giebt auch unter den holzigen Lianen andererseits sehr vollkommene Winder, namentlich unter den Phaseoleen und Asclepiadaceen.

Für die Weiterentwicklung eines zu kletternder Lebensweise übergehenden Strauches zu einer Windepflanze ist es von Wichtigkeit, ob die Langtriebe an ihren obersten Internodien hinreichende Biegsamkeit haben, um die Nutation ausführen zu können. Werden sie frühzeitig steif (durch Verholzung zum Beispiel) so wird die betreffende Liane nur zu einer schwach windenden werden können, oder sie bleibt auf der Stufe der Spreizklimmer nach Art von Hebanthe holosericea stehen. Manche Spreizklimmer mögen nur aus diesem Grunde keine Weiterentwicklung zu typischen Windepflanzen erfahren haben.

Ein sehr schwacher Winder ist in unserer Flora Solanum Dulcamara, die man in der Regel zwischen Ufergesträuch mit ihren langen Stengeln ohne Windungen emporsteigen sieht. Dutrochet (citirt bei Darwin p. 33) fand, dass dasselbe aber winden kann und zwar wenn sie in der Nähe einer dünnen und biegsamen Stütze (z. B. Nesselstengel) wächst. Darwin (p. 34) brachte sie zum Winden um vertikal ausgespannte Fäden. Auch einige andere Arten von Solanum und Habrothamnus (= Cestrum) sollen winden, besitzen aber diese Fähigkeit nur in einem sehr schwachen Grade. Wie Darwin (p. 34) meint, dürfen wir vermuthen, dass die Species beider Gattungen die Gewohnheit zu winden bis jetzt nur zum Theil erworben haben.

Vincetoxicum nigrum und officinale winden gewöhnlich gar nicht, sondern haben schwanke aufrechte Triebe. Nur bei üppiger Vegetation unter günstigen Standortsbedingungen werden die Stengel länger und fangen nach oben an zu winden, wie Palm (p. 41 u. 42) bereits beobachtet hat, und auch Mertens und Koch (III p. 291) für erstere Art angeben. Exemplare von V. nigrum und V. fuscatum im Bonner Garten waren ca. 1 m hoch, in ihren unteren Theilen die Triebe steif aufrecht, in den oberen verlängerten dünn und windend.

Die Mehrzahl der Asclepiadaceen winden. Entweder sind nun diese Arten von gut windenden Formen durch Reduction entstanden oder aber sie stehen im Begriff, sich zu vollkommenen Windepflanzen weiter zu entwickeln.

Darwin (p. 33) bringt im Anschluss an die Erwähnung der obigen Arten noch weitere Beispiele für ähnliches Verhalten. So sollen nach ihm 2 südafrikanische Ceropegia-Arten in ihrem trockenen Heimathsgebiet aufrecht wachsen, in der Cultur aber regelmässig um Stäbe winden, ebenso soll sich die südafrikanische Ipomoea argyraeoides benehmen.

Für die aufrechten Formen von Asclepiadaceen, Apocynaceen, Convolvulaceen, Menispermaceen, welche in trockenen Gebieten angetroffen werden, scheint mir die Ableitung von windenden Formen die meiste Wahrscheinlichkeit für sich zu haben. Dies dürfte z. B. der Fall sein für die auf den Campos Brasiliens auftretende Dipladenia illustris (Fl. bras. VI, Taf. 38) und die Dipladenia polymorpha (ib. Taf. 36). Bei letzterer Art kommen neben den aufrechten Camposformen zugleich auch noch windende Varietäten vor. Auch bin ich der Ansicht, dass diejenigen langstengeligen und kriechenden einseitig der Lebensweise am Seestrand angepassten Gewächse, deren nächste Verwandte fast sämmtlich winden, wie z. B. Ipomoea pes caprae, Canavalia obtusifolia etc. alle von Windepflanzen ihren Ausgang genommen haben.

Interessant ist in unserer Flora das Verhalten von Polygonum Convolvulus. Die Exemplare, welche im Frühjahr und ersten Sommer sich entwickeln, winden in der Regel selbst bei Anwesenheit von Stützen nicht, erst mitten im Sommer beginnen die Pflanzen früher oder später je nach der Gunst der Witterung zu winden. An den Herbstpflanzen soll die Neigung zum Winden wieder verloren gehen (Palm p. 42).

Auch Convolvulus arvensis windet nicht immer. An offenen Stellen legen sich die Stengel auf den Boden und verhalten sich ganz wie die kriechenden Pflanzen, zeigen keine Neigung zum Winden und vollführen jedenfalls nur schwache Nutationen. Wächst die Pflanze im Gebüsch oder in Getreidefeldern, so zeigt sich dagegen die Fähigkeit zum Winden sehr ausgeprägt.

Selbst typische Winder können unter Umständen in buschige nicht windende Formen, also in die Ausgangsform zurückschlagen. So zeigen die zahlreichen Culturformen von Phaseolus vulgaris alle Uebergänge von langstengeligen sogenannten Stangenbohnen zu den nur 1—4 Fuss hohen Pfahl- oder Reiserbohnen, und diese zu den zwergigen Buschbohnen, bei denen die kurzen aufrechten Laubsprosse nicht mehr winden. Künstliche Züchtung durch Auswahl der Samen von den zufällig am kürzesten gebliebenen Trieben wird

wohl diese Formen zu Stande gebracht haben. Es ist ja auch ein Erfahrungssatz der Züchter, dass man die Länge der Bohnenhülsen und der Gurkenfrüchte bedeutend steigern kann, wenn man die Samen immer von den längsten Früchten mehrere Generationen hindurch aussucht und zur Aussaat wählt. Die Fähigkeit zum Winden ist bei den Bohnen an eine gewisse Länge der Internodien gebunden. Von Phaseolus multiflorus sind mir keine Buschformen bekannt. Er scheint die kletternde Lebensweise nicht so leicht aufzugeben.

Eine Pflanze, welche in der Natur gleichzeitig in aufrechter und windender Form auftritt, ist die nordamerikanische Rhynchosia tomentosa Torrey und Gray. Die Pflanze ist sehr variabel. Gray (p. 142) unterscheidet

a) v. monophylla, zwergig und aufrecht, 3—6 Zoll hoch,
b) v. volubilis, windend,
c) v. erecta 1—2 Fuss hoch, aufrecht.

Es wäre interessant zu erforschen, in welcher Weise der Standort auf diese Formen von Einfluss ist und in wieweit die Fähigkeit zu winden oder nicht zu winden fixirt ist.

Für die phylogenetische Entstehung von Windepflanzen sind einige Versuche von F. Noll (B. Ztg. 1885 p. 665) von hohem Interesse. Noll experimentirte mit etiolirten Keimpflanzen von Polygonum Fagopyrum, Tropaeolum majus und Brassica napus, veranlasst durch eine Bemerkung von Sachs (Vorl. 1882 p. 668), dass etiolirte Keimstengel sehr deutlich Torsionen zeigen und sich um benachbarte gleiche Objecte herumwinden. In der That constatirte Noll an einer Anzahl von Versuchspflanzen, dass „rotirende Nutation in der typischsten Form auftritt" gerade wie bei schlingenden Sprossen, dann, wenn die langen schwanken Stengel sich nicht mehr aufrecht zu erhalten vermochten und seitwärts überneigten. Dargebotene Stützen, Holzstäbe, wurden von Tropaeolum- und Fagopyrum-Keimlingen umschlungen. Brassica napus zeigte sich zum Winden weniger befähigt.

Rotirende Nutation kann also auch an normal nicht windenden Pflanzen hervorgerufen werden, wenn eine starke Verlängerung der Internodien unter gewissen äusseren Bedingungen veranlasst wird.

Auf die Bedeutung dieser Versuche für die phylogenetische Entwicklung der Windepflanzen hat Noll bereits hingewiesen. Die erste Veranlassung zum Uebergang zu kletternder Lebensweise kann der Lichtmangel sein, den die in dichter Vegetation, vor allem in dichten

dunklen Wäldern am Boden vegetirenden Gewächse erleiden. Er hat die Streckung der Internodien zur Folge und tritt hierzu noch die rotirende Nutation, so ist die Möglichkeit zur Umbildung einer normalwüchsigen zu einer schlingenden Pflanze gegeben. Für diesen Uebergang sind allerdings noch andere Factoren entscheidend, eine individuelle Beanlagung zu starker Nutation, Biegsamkeit der Stengel etc., woraus sich erklärt, dass es gute und schlechte Winder giebt, dass ein grosser Theil der Kletterpflanzen es überhaupt nicht zum Winden gebracht hat, sondern auf der einfachen Stufe der Spreizklimmer stehen blieb.

§ 5.

Combination des Windens mit anderen Vorrichtungen.

1. Haare, Stacheln, Dornen, Warzen als Hilfsmittel zur Befestigung.

Die Windepflanzen werden in der Natur im Allgemeinen keine Schwierigkeit haben, die Stengel an den Stützen zu befestigen. Einerseits wirken Rauhigkeiten der letzteren, andererseits Steifheit der Internodien, abstehende Blattstiele der Winder zusammen, selbst wenn deren Stengel glatt ist. Es können aber auch noch besondere Vorrichtungen dazu beitragen, die Befestigung des Stengels zu befördern. Abgesehen von Riefenbildungen und sonstigen rauhen Erhabenheiten auf der Oberfläche der Internodien, kommen hier gewisse Haarformen in Betracht, so die eigenthümlichen ankerförmigen Kletterhaare von Humulus lupulus[1]) und H. japonicus, welche infolge ihrer nach unten und oben gerichteten scharfen Spitzen in sehr wirksamer Weise das Festheften erleichtern, ferner die hakenförmig gekrümmten Haare von Phaseolus multiflorus[2]), die rückwärts gerichteten Stachelhärchen von manchen Ipomoeen wie z. B. Pharbitis hispida Chois., Ph. hederacea Chois., die Haare von Loasaceen, die hakenartigen Stacheln mancher Dioscoreen.

Interessant sind in Bezug auf solche rigide Haare einige Angaben von Treub (Ann. Buit. III p. 164 ff.), welcher bei verschiedenen windenden Pflanzen den Dimorphismus der windenden Langtriebe und der laubtragenden Kurztriebe auch hinsichtlich der Behaarung constatirte. Bei einer Apocynee beobachtete er an

[1]) cf. Abb. bei Kerner p. 647.
[2]) cf. Abb. in Haberlandt, Phys. Pflanzenanat. Leipzig 1884 p. 80.

den nur rudimentäre Blätter tragenden windenden Langtrieben rückwärts gerichtete spitze Stachelhaare, während die normal beblätterten Seitentriebe mit Ausnahme ihrer verlängerten windenden oberen Parthie ganz glatt waren und nur an Stelle der Kletterhaare einzelne etwas grössere Epidermiszellen mit stumpfer, gerader und verdickter Vorwölbung zeigten, die Treub als reducirte oder degenerirte Kletterhaare auffasst.

Aehnliche Unterschiede, durch Uebergänge vermittelt, fand er bei der windenden Büttneria angulata und einer anderen Art derselben Gattung, ferner bei einer Anzahl von Dilleniaceen aus den Gattungen Delimopsis, Tetracera. Sehr ausgesprochen ist der Dimorphismus der Zweige in Bezug auf Winden, Blattbildung und Behaarung bei Delimopsis hirsuta, die mit langen weissen Seidenhaaren gleichmässig bedeckt ist. Die Langtriebe tragen nur rudimentäre Blätter und sind sehr rauh infolge rückwärts gerichteter einzelliger Haare (cf. Fig. 13 Taf. XXV bei Treub). Die normal beblätterten Zweige dagegen haben sehr kurze Internodien, endigen oft in eine Infloreseenz, winden gar nicht und besitzen dem entsprechend auch keine typischen Kletterhaare; nur zuweilen verlängern sie sich an der Spitze in einen Langtrieb, der sich dann ebenso verhält wie die primären Langtriebe. An den beblätterten kurzen Seitenzweigen treten nun in der Epidermis Gruppen von verdickten Zellen, meist zu 4, auf, die in kurze Prominenzen oder auch in kronförmig gestellte Haare endigen. Diese Haargruppen gehen an den verlängerten Kurztrieben über in die Kletterhaare, indem eine Zelle grösser wird, sich stärker krümmt und eine starkverdickte Spitze erlangt, während die anderen gradatim rückgebildet werden. Winden und Ausbildung von typischen Kletterhaaren sind hier also stets combinirt, ein Zeichen, dass wir es bei den genannten Haaren mit einer Anpassung zu thun haben.

Bei Tetracera fagifolia sind die beblätterten Seitenzweige sogar ganz glatt, auch ohne Seidenhaare und nur zerstreute, verdickte und ein wenig zugespitzte Epidermiszellen sind an Stelle der Kletterhaare vorhanden. Uebergänge treten auf an Zweigen, welche halb beblättert sind, halb winden.

Die Rauhigkeit der Oberfläche ist bei dieser Art an den unteren Internodien der windenden Zweige noch sehr wenig ausgesprochen, wie ja überhaupt bei Kletterpflanzen die specifischen Vorrichtungen meist an den ersten Internodien der Klettertriebe noch nicht in die Erscheinung treten.

Bei anderen Tetracera-Arten ist die in Rede stehende Erscheinung weniger ausgeprägt.

Bei Delima sarmentosa ist kein Dimorphismus vorhanden. Alle Zweige sind beblättert und winden, und Hakenhaare sind hier in gleicher Weise über die ganze Pflanze vertheilt. Diese Art können wir somit als Ausgangsform für die höher differenzirten betrachten.

Auch stark entwickelte Lenticellen können die Befestigung des schlingenden Sprosses befördern. Es wird dies angegeben von Treub (Ann. Buit. III p. 176) und Prantl (Nat. Pflfam. III 2 p. 79) für die Menispermacee Tinospora crispa Miers.

Bei Dipladenia-Arten erleichtert ein Kranz stumpfer Dornen an den Basen der Blätter das Festhaften (Darwin p. 141).

Eigenthümliche zahlreiche, stark vorspringende und kräftige, in dornigen Spitzen endigende Prominenzen treten an älteren Zweigen der Papilionacee Derris bantamensis nach Treub (Ann. Buit. III p. 179) auf. Für das Umwinden von Stützen haben diese Gebilde direct keine Bedeutung, da sie erst spät auftreten. Meist winden die Zweige derselben Pflanze umeinander und die Prominenzen bewirken dann eine bessere Befestigung des Gezweiges. Morphologisch entwickeln sich diese Dornen als Adventivwürzelchen, welche aber von dem mitwachsenden Rindengewebe des Stammes zeitlebens bedeckt bleiben.

In ganz anderer Weise werden Prominenzen oder Dornen bei verschiedenen windenden Combretaceen gebildet, bei mehreren Arten der Gattungen Combretum, Poivrea und Quisqualis nach Treub (Ann. Buit. III p. 180). Die Blattstiele derselben sind in einer gewissen Entfernung von der Basis ab gegliedert. Die untere Parthie persistirt, wird frühzeitig hart und rigid und nimmt oft die Form eines rückwärts gebogenen starken Dornes an, während die Spreite und der obere Theil des Blattstiels abgeworfen werden und zuweilen nur eine kurze Existenz haben. Diese Erscheinung ist sehr ausgeprägt an den windenden Zweigen, dagegen nicht so an den nicht windenden oft blüthentragenden Seitenzweigen, deren Blattstiele gewöhnlich ganz dicht an der Basis articulirt sind und nach dem Blattfall nur ein kleines Kissen zurücklassen.

Die Dornen oder Vorsprünge an den windenden Zweigen unterstützen die Befestigung der Pflanze an den Stützen. Combretum grandiflorum (Fig. 22 Taf. XXV bei Treub) hat starke Dornen, ebenso Combretum (Poivrea) alternifolium nach einem von Humboldt bei Angostura gesammelten Exemplar des Berliner

Herbars, Quisqualis indica (Fig. 19—21, Treub.) dagegen nur gerade abstehende stumpfe Blattstielbasen; andere Arten haben unbedeutende persistirende Vorsprünge. Man trifft alle Uebergänge bis zu scharf ausgeprägtem Dimorphismus an.

Auch bei 2 Arten von Jasminum, nämlich J. subtriplinerve und einer unbestimmten Art, fand Treub (Ann. Buit. III p. 181) eine ähnliche Einrichtung wie bei obigen Combretaceen, aber in geringerem Grade ausgeprägt. Am Blattstiel bemerkt man eine Art Articulation nahe der Insertion, die den Stiel in zwei Theile theilt, deren einer hart und persistent ist, der andere die Spreite tragende weniger rigid und anders gerichtet. Obwohl die Blätter nicht bald abfallen, fand Treub doch Basaltheile, die die Spreite abgeworfen hatten. Es scheint, als ob der Blattstieltheil unterhalb der Articulation das Umwinden erleichtern hilft. Bei Jasminum findet keine Differenzirung in windende und nichtwindende Zweige statt.

2. Combination des Windens mit Wurzelklettern.

Wie schon im vorigen Capitel erwähnt, enthalten die Asclepiadaceen einige windende Formen, welche gleichzeitig sich mit Haftwurzeln an die Bäume befestigen (Hoya). Diese Formen stehen gewissermassen im Begriff, sich zu typischen Wurzelkletterern zu entwickeln, die ihrerseits nun weiter als Ausgangsform für die wurzelkletternden Epiphyten nach Art von Conchophyllum dienen konnten.

Das Sprossende der Hoya-Arten ist noch wurzelfrei, Haftwurzeln kommen erst später zum Vorschein.

Tecoma radicans ist wahrscheinlich früher ein Winder gewesen, der zum Wurzelkletterer übergegangen ist. (cf. Cap. 3 § 14.)

3. Combination des Windens mit Ranken

tritt verhältnissmässig selten auf; beide Klettermodi müssen sich im Allgemeinen ausschliessen, da die Befestigung der Langtriebe mit Ranken das Umschlingen hemmt. Die Stengel einiger Clematis, Tropaeolum-Arten und Bignoniaceen können nach Darwin Windungen ausführen, worauf im folgenden Capitel hingewiesen werden soll. Auch bei den zweigklimmenden Machaerien kann man schraubenliniges Aufsteigen der Langtriebe beobachten.

V.

Die Rankenpflanzen.

§ 1.

Characterisirung und Eintheilung der Rankenpflanzen.

Die Rankenkletterer erreichen in Bezug auf Anpassungsverhältnisse die grösste Vollkommenheit unter allen Kletterpflanzen. Ihre am weitesten vorgeschrittenen Vertreter wie die Cucurbitaceen, Passifloren, Vitaceen sind mit Eigenschaften begabt, die in ausgezeichneter Weise eine schnelle und wirksame Befestigung der dünnen raschwüchsigen Langtriebe an die Stützen ermöglichen.

Trotz aller Verschiedenheiten der „rankenden" Organe im Einzelnen ist die Reizbarkeit für andauernde Berührung mit dargebotenen Stützen allen gemeinsam. Daher sind auch Hakenkletterer wie Luvunga, Olax, welche rückwärts eingekrümmte Dornen als Kletterorgane besitzen, zu den Rankenpflanzen zu rechnen, weil nach dem Einfangen von Stützen in diesen Haken eine sehr beträchtliche secundäre Verdickung infolge des Contactreizes eintritt und es sind solche Hakenkletterer scharf zu trennen von den ebenfalls mit rückwärts gerichteten Dornen versehenen Spreizklimmern wie Bougainvillea, obwohl diese als Ausgangsformen für erstere gedient haben mögen.

Die Rankenpflanzen können von 2 Gesichtspunkten aus gruppirt werden, von morphologischem oder physiologischem. Will man die Phylogenie der Ranken erörtern, so ist die Eintheilung von ersterem Gesichtspunkt aus vorzuziehen. Morphologisch sind die rankenden Organe entweder Phyllome oder Caulome und innerhalb der beiden hierdurch gegebenen Gruppen lassen sich niedere und höhere Stufen

in Bezug auf die Ausbildung dieser Organe nach Form und Function aufstellen.

Die erste Gruppe der Rankenpflanzen, diejenige mit rankenden Phyllomen, umfasst als untere Stufe die sogenannten Blattklimmer oder Blattkletterer. Es sind dies Kletterpflanzen, deren Blätter entweder mit den Spreiten, oder mit den Stielen, oder mit den etwas verlängerten Blattspitzen nach Reizung durch Contact mit Stützen diese zu umranken vermögen, aber noch keine Reduction der Spreiten, noch keine Umbildung zu einem ausschliesslichen Kletterorgan erfahren haben. Die Function der Assimilation und des Rankens werden somit von demselben Organ ausgeführt. Rankende Spreiten sind nur für krautige Fumariaceen bekannt. Zu den Blattspitzenrankern gehören nur wenige monocotyle Kletterer. Dagegen ist die Gruppe der Blattstielranker eine viel zahlreichere und holt ihre Vertreter aus den verschiedensten Familien dicotyler Gewächse.

Die Blattkletterer sind durch Uebergänge verbunden mit der höheren Stufe der Kletterpflanzen mit rankenden Phyllomen, die sich durch besondere ausschliesslich der Befestigung dienende Organe von fadenförmiger Gestalt und mit hoch entwickelter Reizbarkeit für Contact ausgestattet, also durch den Besitz typischer durch Modification aus Blättern oder Blatttheilen entstandener Ranken auszeichnen. Wir können diese höhere Gruppe mit dem Namen Blattrankenträger oder kurz Blattranker bezeichnen.

Entweder sind die Blattranken hervorgegangen durch Umbildung bezw. Verlängerung von Blattscheidenzipfeln, wofür nur das einzige Beispiel der Smilax-Arten bekannt ist, oder es ist wesentlich der Blattstiel unter gleichzeitiger Verkümmerung der Blattspreite (bei gefiederten Blättern der Fiederspreiten) zur Ranke ausgebildet, oder es betheiligt sich vorwiegend die Blattspreite durch Reduction der Laubfläche auf die Mittelrippe oder endlich Blattstiel und Mittelrippe zugleich an dem Aufbau der Ranken.

Uebergänge zwischen beiden Stufen sind gegeben, wenn z. B. an einem Blattspreitenklimmer die Blattflächen sehr klein und schmal auftreten oder bei einem Blattstielklimmer die Spreite bedeutend reducirt erscheint. Die typischen Blattranker haben zum grössten Theil wenigstens den Ausgangspunkt ihrer Entwicklung wohl aus Blattklimmern genommen, so entschieden die Fumariaceen und Clematis-Arten mit fadenförmigen Ranken, während andererseits bei den Vicieen die Vorstufe der Blattklimmer nicht angenommen

zu werden braucht, indem die Ranken hier aus den Endborsten der gefiederten Blätter hervorgegangen sein mögen.

Zu den Blattrankern gehören auch die Cucurbitaceen, da der wesentlichste und hauptsächlich mit Contactreizbarkeit ausgestattete Theil der Fadenranken dieser Gewächse einem modificirten Blatt entspricht. Allerdings gehen bei vielen Cucurbitaceen auch Theile der die Ranken tragenden Achsen mit in die Bildung der Kletterorgane ein; aber diese Basaltheile oder Rankenstämme ziehen sich später nicht spiralig zusammen und betheiligen sich an dem Hauptgeschäft der Ranken nur in untergeordnetem Maasse.

Die Cucurbitaceen haben Laubblätter mit einfachen Spreiten. Somit ist bei ihnen ein scharfer Dimorphismus der Blätter in assimilirende und rankende eingetreten. Abgesehen von Smilax gehören sonst zu den typischen Blattrankern fast nur Arten mit gefiederten oder zusammengesetzten Blättern und bei diesen hat sich der Dimorphismus unter den Blattfiedern an ein und demselben Gesammtblatt ausgeprägt stets so, dass die unteren Blattabschnitte Assimilationsorgane sind, die oberen zu Fadenranken ausgebildet erscheinen.

Die 2. Gruppe der Rankenpflanzen, mit rankenden Caulomen, umfasst ebenfalls niedere und höhere Stufen und gliedert sich in 3 Reihen. Zunächst ist die Reihe der sog. Zweigklimmer oder Zweigkletterer hervorzuheben, zu denen nur Kettersträucher der Tropen gehören. Hier sind die beblätterten Seitenzweige der in die Höhe gehenden Langtriebe reizbar gegen Contact, vermögen um Stützen zu ranken und erfahren dann ein oft viel beträchtlicheres Dickenwachsthum als die gerade bleibenden Seitenzweige. Eine Differenzirung zwischen reizbaren und nicht reizbaren Seitenzweigen ist bei manchen Vertretern noch nicht eingetreten, jeder Seitenzweig ist im Stande zu ranken, bleibt aber gerade, wenn er keine Stützen findet. Diese Formen würden also mit den Blattklimmern in phylogenetischem Sinne auf einer Stufe stehen. Bei anderen Zweigklimmern aber lässt sich ein allmählicher Uebergang zu blattlosen rankenartigen Seitenzweigen erkennen, der sich zunächst darin zu erkennen giebt, dass die beblätterten Seitenzweige nur zum Theil reizbar sind, zum Theil aber stets gerade bleiben. Bei gewissen kletternden Machaerieen und Acacien endlich erleiden die ersteren Zweige eine Reduction der Laubblätter und werden zu Zweigranken, bestehend aus mehreren Internodien und bei den Machaerieen mit Stipulardornen, bei den Acacien ausserdem mit

Stacheln besetzt. Diese Zweigranken würden somit, da sie schon ausschliesslich der Befestigung der Pflanze dienen, der oberen Stufe der Blattranker entsprechen.

Hervorzuheben ist, dass bei der vorliegenden Reihe Laubblattsprosse Rankennatur erhalten haben.

Als zweite Reihe der Kletterpflanzen mit rankenden Caulomen sind die mit reizbaren Kletterhaken versehenen Lianen zu erwähnen, die Hakenklimmer im engeren Sinne, die zur Unterscheidung von den zu anderen Gruppen gehörigen Formen zweckmässiger Weise als Reizhakenkletterer bezeichnet werden können. Dieselben besitzen unmittelbar an den Langtrieben oder an den Seitenzweigen rückwärts gekrümmte oder etwas eingerollte blattlose hakenförmige Kletterorgane von Caulomnatur, welche infolge ihrer Contactreizbarkeit sich fest um eingefangene Stützen krümmen und dann sehr stark in die Dicke wachsen. In der Mehrzahl der Fälle sind die Reizhaken durch Umwandlung aus Inflorescenzstielen hervorgegangen, bei einigen Vertretern indessen haben sie unzweifelhaft ihren Ausgang von Dornen genommen. Diese Kletterpflanzen stehen in Bezug auf Anpassung auf derselben Stufe wie die höher entwickelten Formen der Zweigklimmer. Merkwürdig ist, dass die Mehrzahl der Vertreter den Tropen der alten Welt angehört.

Eine dritte Reihe wird gebildet von Lianen, deren Kletterorgane ich als „Uhrfederranken" bezeichnen möchte. Sie finden sich sehr ausgeprägt zum Beispiel bei Bauhinia. In der ersten Jugend noch gerade, rollen sich die dünnen blattlosen Ranken frühzeitig in einer Ebene etwas spiralig ein und werden dabei hart und elastisch. Die Stützen werden nicht activ umrankt, sondern fangen sich in der uhrfederartigen Spirale und werden nun infolge des Contactreizes enger umfasst, wonach eine Verdickung der ganzen Ranke eintritt, die aber bei weitem nicht die Maasse erreicht wie bei den Kletterhaken, mit denen im Uebrigen die Uhrfederranken viele Aehnlichkeit haben. Sowohl mit der zweiten Reihe als auch mit der folgenden vierten Reihe sind die Kletterpflanzen mit Uhrfederranken durch Zwischenformen verbunden, womit aber nicht gesagt sein soll, dass die reizbaren Haken als Vorstufe, die unten zu erwähnenden Fadenranken als höhere Stufe der Uhrfederranken aufzufassen sind. Morphologisch sind die Uhrfederranken alle aus Inflorescenzaxen hervorgegangen.

Die vierte und letzte Reihe der Caulomranker besitzt die vollkommensten reizbaren Organe, lange, dünne, nackte und in hohem

Grade reizbare sog. „**Fadenranken**", welche den ebenfalls fadenförmigen typischen Blattranken physiologisch gleichstehen und von letzterem Gesichtspunkt aus mit diesen zu einer biologischen Gruppe der „Fadenrankenträger" zusammengefasst werden können. Die Fadenranken rollen sich spiralig um dargebotene Stützen auf, sind im reizbarsten Stadium gerade ausgestreckt, höchstens an der Spitze etwas hakenartig eingekrümmt. Ist der Endhaken stärker ausgebildet, so haben wir Uebergangsformen zu den Uhrfederranken. Die nachträgliche Verdickung der Fadenranken kann stärker oder schwächer sein.

Alle fadenförmigen Caulomranken sind durch Umwandlung aus Pedunculi oder Pedicelli hervorgegangen, und diese Achsenorgane sind ja auch am ehesten zu einer solchen Umwandlung befähigt, da an ihnen schon die Blattbildung unterdrückt ist. Mit der Erwerbung der Rankennatur erfolgte zugleich die Rückbildung der Blüthen. Es giebt allerdings auch noch in dieser Reihe Formen, bei denen der rankende Inflorescenzstiel normaler Weise an seinem Ende die Blüthen trägt (z. B. bei Vitis serjaniaefolia) und solche Arten stehen noch auf der Stufe der Ausgangsformen für die typischen Fadenranker und würden somit in phylogenetischem Sinne den Blattklimmern gleichwerthig zu setzen sein. Bei der Mehrzahl aber ist ein scharfer Dimorphismus zwischen Ranken und Inflorescenzen eingetreten.

Die unterschiedenen 4 Reihen sind keineswegs als aufeinanderfolgende Stufen zu betrachten, sondern innerhalb jeder Reihe hat die Ausbildung der rankenden Organe nach bestimmter Richtung hin stattgefunden, je nach der Beschaffenheit der zum Ausgangspunkt der Umwandlung benutzten Achsenorgane. Die vollkommensten Formen sind diejenigen mit Fadenranken, wie Passifloren und Cissus-Arten. Zweigkletterer und Hakenkletterer stehen auf tieferer Stufe insofern, als ihre Kletterorgane weniger complicirte Eigenschaften besitzen, und bei weitem nicht so sicher und vollkommen functioniren.

Ranken im engeren und seither meist gebräuchlichen Sinne des Wortes sind fadig verlängerte, reizbare, ausschliesslich dem Klettern dienende Organe; sie würden demnach nur die typischen Fadenranken von Phyllom- oder Caulomcharakter umfassen. In dieser engen Begrenzung lässt sich diese Bezeichnung aber nicht beibehalten und ich halte es für zweckmässiger, dieselbe auf alle ausschliesslich rankenden Gebilde auszudehnen und nun je nach der Ausbildungsweise derselben Fadenranken, Uhrfederranken, Hakenranken und

Zweigranken zu unterscheiden, dagegen diejenigen rankenden Organe, die auch gleichzeitig noch andere Functionen erfüllen, je nach ihrer Natur als rankende Blattstiele, Blattspreiten, Laubzweige, Inflorescenzachsen zu bezeichnen.

§ 2.

Die wichtigsten biologischen Eigenthümlichkeiten der Rankenpflanzen.

1. Reizbarkeit.

Die Reizbarkeit der rankenden Organe für andauernde Berührung mit festen Körpern ist der wichtigste und allen Vertretern der vorliegenden Gruppe eigenthümliche biologische Charakter. Bereits Mohl hat diese Eigenschaft klar erkannt, obwohl er auch das Winden der Schlingpflanzen als eine Folge der Reizung ansah. [1]) Die Reizbarkeit ist den verschiedenen phylogenetischen Stufen entsprechend in verschieden hohem Maasse ausgebildet, am stärksten bei den Arten mit dünnen Fadenranken, am schwächsten bei Blattstielklimmern mit dicken kurzen Stielen, oder auch bei Zweigklimmern, welche eine längere Berührung mit dicken, festen Stützen verlangen um sich zu krümmen.

Pfeffer (Contactreize p. 505) hat nachgewiesen, dass nicht statischer Druck reizend auf die Ranken einwirkt, wohl aber die Krümmung erfolgt, sobald Stossreize bei Berührung mit festen Körpern fortdauernd und zwar discontinuirlich sich wiederholen, wie es in der Natur durch die Luftbewegungen und auch infolge von Nutationen beständig der Fall ist, dass also der Contact durch die Fortdauer von Stosswirkungen zur Reizung führt und die Contactreize sich somit den Stossreizen anschliessen. Wichtig ist für die Biologie der Ranken auch die Thatsache (cf. Pfeffer l. c. p. 490), dass mechanische Erschütterungen an Ranken keine Reizung hervorbringen; Wind und Wassertropfen würden sonst häufig vergebliches Einrollen veranlassen.

Wie empfindlich die Fadenranken werden können, zeigt Passiflora gracilis, welche nach Darwin (p. 131) hakenförmige Krümmungen schon nach 25 Secunden ausführt, wenn der Contactreiz von einem Stückchen Platindraht von nur 1,23 Milligramm ausgeht. O. Müller (p. 109) beobachtete bei Cyclanthera pedata Eintreten

---

[1]) cf. Mohl, 3. Abschnitt, Vergleichung der Ranken und des windenden Stengels p. 141 u. 142.

der Reizkrümmung bereits nach 5 Secunden und Pfeffer (Contactreize p. 486) fand, dass die Ranken von Sicyos angulatus denen von Passiflora gracilis nichts nachgeben, sich schon nach 30 Secunden, mit freiem Auge bemerkbar, einkrümmen.

Entweder ist die haptotropische Reizbarkeit der rankenden Organe eine allseitige oder nur auf die morphologische Unterseite beschränkt. Die Zweigklimmer und die Blattstielklimmer scheinen der Mehrzahl nach allseitige Reizbarkeit zu besitzen, die reizbaren Haken- und Uhrfederranken, sowie die Blattspitzenklimmer sind ausschliesslich auf der concaven Seite reizbar, die Fadenranken verhalten sich verschieden. Während die Mehrzahl derselben, besonders diejenigen, die an der Spitze etwas eingekrümmt sind, nur auf der concaven Seite und auch an den Flanken empfindlich sind (z. B. Cucurbitaceen, Passifloren, Mutisia, Vicieen etc.), kommt den Ranken von Cobaea scandens, Cissus discolor, Smilax aspera allseitige Reizbarkeit zu, letztere nach Pfeffer (Contactreize p. 455) auch den rankenden Blättern von Adlumia cirrhosa, sowie nach Darwin (p. 10) den Blattranken von Dicentra thalictrifolia. Bei Pisum sativum beobachtete Mohl (p. 65), dass sich ausnahmsweise die Ranken auch um Stützen, die mit der oberen Seite in Berührung gebracht wurden, einrollten.

Bei den meisten Ranken ist der basale Theil kaum oder nicht reizbar, die Empfindlichkeit nimmt nach der Spitze zu.

Die Reizbarkeit dauert bei allen rankenden Organen nur eine gewisse Zeit, von einem gewissen Entwickelungsstadium ab bis zur Erreichung der definitiven Länge, also hauptsächlich während des Stadiums der Längsstreckung, so lange die Differenzirung der Gewebe noch nicht beendet ist. In diesem Punkte verhalten sich die einzelnen Vertreter etwas verschieden. Reizhaken und Uhrfederranken scheinen am längsten ihre Reizbarkeit beizubehalten. Die Fadenranken erlangen nach Darwin (p. 134) im Allgemeinen ihre Empfindlichkeit, sowie die ihnen eigenthümlichen Nutationen, wenn sie etwa zu $^3/_4$ ihrer Länge herangewachsen sind und verlieren beide Fähigkeiten mit beendeter Streckung. Aehnliches gilt für die Blattklimmer und Zweigklimmer.

2. Erfassen der Stützen.

Je nach der Beschaffenheit der rankenden Organe geschieht das Erfassen der Stützen in verschiedener Weise. Hakenklimmer, Uhrfederranken, Blattspitzenklimmer fangen die Stützen ein und um-

klammern sie infolge des Contactreizes fest durch stärkeres Einkrümmen. Blattstiel- und Spreitenklimmer, Zweigklimmer und Fadenranken dagegen umranken die Stütze nach der Reizung, indem sie sich erst concav gegen dieselbe einkrümmen und dann sie ein oder mehreremal umwickeln; der Reiz pflegt sich von der Contactstelle eine Strecke weit sowohl nach vorne als auch nach hinten fortzupflanzen. An den Fadenranken wird das ganze freie Ende spiralig um die Stütze aufgerollt und auch nach abwärts pflanzt sich der Reiz fort und führt zu weiterem Aufwickeln, wobei die oberen Windungen vorgeschoben werden. Wichtig für die ganze Function der rankenden Organe ist ferner die Thatsache, dass nur vorübergehende Berührung mit Stützen nicht zu dauernden Reizkrümmungen führen, dass letztere in solchem Falle sich wieder ausgleichen.

Der fundamentale Unterschied zwischen Ranken und Winden zeigt sich darin, dass das Umranken Folge der Reizbarkeit ist und an den oben zuletzt genannten Rankenformen in jeglicher Lage und Richtung geschehen kann, also unabhängig ist von der Mitwirkung von negativem Geotropismus; nothwendig ist nur, dass die empfindliche Seite mit der Stütze in Berührung kommt. Ausserdem geschieht das Umranken bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung. Bei zusammengesetzten Ranken z. B. kann der eine Rankenast nach links, der andere nach rechts die Stütze umwickeln (cf. Palm p. 60, Mohl p. 64 für Vitis vinifera). Maassgebend dafür, ob die Ranke sich nach links oder nach rechts aufrollt, ist, ob sie mehr mit ihrer linken oder mit ihrer rechten Seitenflanke die Stütze berührt, da an den Seitenflanken die einseitig reizbaren Ranken ebenfalls reizbar sind.

Die Ranken können sich um Stützen sehr verschiedener Dicke krümmen, sofern dieselben überhaupt von ihnen noch zu umfassen sind. Die meisten, vor allen die dünnen Fadenranken, vermögen die dünnsten Fäden zu umwickeln, dickere Fadenranken, z. B. Vitis, können sich an dünne Fäden indessen nicht mehr fest anlegen, sondern umgeben sie in lockerer Spirale (De Vries, Würzb. Arb. III p. 307). Reizhaken und Zweigklimmer dagegen sind an dicke kräftige Stützen gebunden. Auch ist die äussere Form- und Oberflächenbeschaffenheit der Stützen gleichgültig.

3. Mechanik des Rankens.

Nach der Auffassung von Sachs (Lehrb. 4. Aufl. p. 841), De Vries (Würzb. Arb. III p. 302) und Pfeffer (Pfl. phys. II

p. 220) kommt die Reizkrümmung der Ranken wie überhaupt aller wachsender und auf Reize reagirender Organe dadurch zu Stande, dass an der convexen Seite ein ausgiebigeres Wachsthum, eine stärkere Streckung der Zellen statthat. Darwin (p. 139) glaubt zwar, dass eher eine Contraction der Zellen an der concaven Seite die Einkrümmung bewirke, und in der That kann eine Verkürzung der concaven Parthie eintreten (cf. Sachs, Lehrb. p. 841, De Vries l. c. p. 314, Pfeffer l. c. p. 218). Diese Thatsache spricht aber nicht gegen die Sachs'sche Auffassung, da bei starken Krümmungen ein Zusammenpressen der Zellen an der concaven Seite stattfinden kann. Auch die von O. Müller (p. 117) angeführten Gründe gegen die Hypothese des ungleichseitigen Wachsthums sind nicht stichhaltig. Die Ansicht von De Vries,[1]) dass bei Reizkrümmungen wachsender Organe der Turgor an der convexen Seite in den Zellen durch Production osmotisch wirksamer Substanz steigt und die Streckung bewirkt, ist als nicht zutreffend erwiesen durch die Untersuchungen Wortmann's[2]) und Noll's.[3]) Wortmann glaubt, dass infolge des Reizes das Plasma der Zellen an die später concav werdende Seite hinwandert, dass dort die Membranen verdickt werden, während sie an der convexen Seite unverdickt bleiben und dass bei gleichbleibendem Turgor nun die Membranen an der convexen Seite stärker gedehnt werden als an der concaven. Mit dieser Erklärung stimmen indessen die Beobachtungen von Noll nicht überein, welcher zu der viel wahrscheinlicheren Annahme gelangt, dass infolge des Reizes die Membranen an der convexen Seite durch den Einfluss der Hautschicht des Plasmas dehnungsfähiger gemacht werden, als an der concaven Seite. Gegen die Anwendung der Wortmann'schen Ansicht auf die Krümmung der Ranken spricht u. A. auch die Thatsache, dass an empfindlichen Fadenranken die Reizkrümmungen so ausserordentlich

[1]) De Vries in Bot. Ztg. 1879 p. 835 u. 838 u. Landwirthsch. Jahrb. 1880 p. 509.

[2]) J. Wortmann:
1. Zur Kenntniss der Reizbewegungen. Bot. Ztg. 1887.
2. Beitr. zur Physiol. des Wachsthums. Bot. Ztg. 1889.
3. Ueber die Beziehungen der Reizbewegungen wachsender Organe zu den normalen Wachsthumserscheinungen. Bot. Ztg. 1889.
4. Zur Beurtheilung der Krümmungserscheinungen der Pflanzen Bot. Ztg. 1888.

[3]) F. Noll: Beitrag zur Kenntniss der phys. Vorgänge, welche den Reizkrümmungen zu Grunde liegen. Würzburger Arbeiten III 1888.

schnell, oft schon nach wenigen Secunden eintreten können. In letzter Linie haben wir hier wie bei allen Reizbewegungen eine vitale Aeusserung des Plasmas vor uns, deren Mechanik sich in Dunkel hüllt.

4. Spiraliges Zusammenziehen der Ranken.

Bei den einfacheren Formen der Rankenpflanzen, den Blattklimmern und Zweigklimmern, findet nach dem Umfassen der Stützen nur eine Verdickung der rankenden Organe, besonders an den gewundenen Theilen statt; der untere Theil zwischen Stütze und Insertion bleibt gerade, zieht sich nicht spiral zusammen. Höchstens könnte bei Blattstielklimmern mit sehr langen Stielen, wie sie manche Clematis-Arten haben, eine unvollkommene schraubenlinige Zusammenziehung statthaben. Als Ausnahme erwähnt Darwin (p. 122) unter den Blattstielklimmern Tropaeolum tricolorum, an dessen Stielen er gelegentlich eine Spur derartigen Verhaltens beobachtete. Auch die Reizhakenklimmer zeigen die in Rede stehende Erscheinung nicht, weil deren Kletterorgane zu kurz und dick sind, und ebenso nicht die Uhrfederranken mit Ausnahme vieler Sapindaceen, an denen dieselben auf langen fadenförmigen Stielen inserirt sind. Dagegen haben die Fadenranken fast allgemein, um so mehr je länger und dünner sie sind (z. B. Cissus, Passiflora, Cucurbitaceen) die Eigenschaft sich spiralig zusammenzuziehen.[1])

Das spiralige Einrollen des freien unteren Theiles einer befestigten Ranke ist von grossem Nutzen für die betreffenden Kletterpflanzen, indem es eine elastische Verbindung des Langtriebes mit den Stützen herstellt, sodass bei hin und her Bewegen durch Wind dem Abreissen der Ranken durch die federnde Spirale bis zu einem hohen Grade begegnet werden kann. Auch trägt die spiralige Einrollung der Ranken mit dazu bei, herabhängende Langsprosse aufzurichten oder heraufzuziehen und die noch nicht befestigten Theile mit neuen Stützen in Berührung zu bringen. Während der spiralig eingerollte Theil elastisch wird, wird der befestigte Theil der Ranke hart und spröde, und lässt sich nicht mehr abrollen. Diese nachträgliche verschiedene Differenzirung der Gewebe ist wie auch das spiralige Einrollen selbst als eine sehr complicirte Anpassungserscheinung aufzufassen.

---

[1]) Darwin (p. 122) erwähnt als Ausnahme Smilax aspera, was ich nicht bestätigen kann.

Mechanisch kommt das Einrollen zu Stande durch eine nachträgliche stärkere Streckung oder Vergrösserung der Rindenzellen längs der convexen Aussenseite, wobei sich zugleich noch Torsionen geltend machen müssen und diese führen zu dem Auftreten der Wendepunkte, [1]) die an langen Ranken zu mehreren sich einstellen können.

Das spiralige Zusammenziehen erfolgt einen halben, einen oder zwei Tage nach dem Ergreifen der Stütze, und zwar nach Darwin (p. 124) erst dann, wenn die Ranke nahezu ihre spätere Länge erreicht hat. Der Contactreiz der Stützen macht sich auch darin bemerkbar, dass das Einrollen bei befestigten Ranken schneller erfolgt, als bei frei bleibenden.

Mit den spontanen Bewegungen, auf welche weiter unten hingewiesen ist, hat das spiralige Zusammenziehen nichts zu thun.

Was nun das Verhalten solcher Ranken anbelangt, welche keine Stütze erfasst haben, so rollen sich dieselben bei den meisten Arten auch spiralig zusammen, und zwar immer relativ später als befestigte, oft erst nach Wochen, nachdem sie herabhängen und ihre Bewegungen aufgegeben haben. Wendepunkte kommen unter solchen Bedingungen nicht zur Ausbildung. Aber nicht alle Ranken verhalten sich so. Bei gewissen Vertretern (Bignoniaceen, Vitaceen) bleiben die nicht befestigten Ranken gerade, biegen sich nach abwärts, verwelken und fallen dann ab. Das spiralige Aufrollen der befestigten Ranken ist somit in diesen Fällen eine Folge des Contactreizes, welcher überhaupt auf die ganze fernere Ausbildung und auf die Lebensdauer der rankenden Organe von grossem Einfluss ist.

Von Interesse ist die Thatsache, dass spiraliges Einrollen mitunter auch an Fruchtstielen nicht rankender Gewächse auftritt, so bei Vallisneria spiralis, Enalus acoroides, Ruppia maritima var. spiralis, Cyclamen europaeum, also an Organen, die vielfach zum Ausgangspunkt für die Rankenbildung dienten. Bei den Ranken ist aber die Fähigkeit der spiraligen Einrollung wohl zweifellos erst mit der kletternden Lebensweise, mit der Arbeitstheilung in rankende und nicht rankende Blüthenstiele erworben, — wenigstens sprechen keine Thatsachen für die entgegengesetzte Annahme.

---

[1]) cf. Sachs (Lehrb. p. 840); De Candolle, Enroul. des vrilles.

5. Anatomischer Bau der Ranken in Beziehung zu deren Function; nachträgliche Differenzirung der Gewebe befestigter Ranken.

Der Einfluss des Contactreizes bezeichnet bei allen rankenden Organen eine neue Phase in der Fertigstellung der Gewebe, vor Allem der mechanisch wirksamen. Es fragt sich nun, ob schon vor dem Eintritt der Reizkrümmung die Ranken gewisse anatomische Eigenthümlichkeiten besitzen, welche mit ihrer Reizbarkeit in Beziehung stehen. Leclerc du Sablon hat eine Anzahl von typischen Achsen- und Blattranken in ihrem reizbaren Zustande untersucht und folgert aus seinen Befunden (p. 13 und 31), dass die sensible Flanke stets charakterisirt sei durch benachbartes Auftreten von sehr verlängerten dünnwandigen Fasern (er meint damit die noch unverdickten Sclerenchymfasern an der Aussengrenze des Weichbastes) oder wenigstens von stark verlängerten Zellen (nach seinen Abbildungen sind diese Zellen das noch dünnwandige junge Collenchym), während die kurzen Parenchymzellen sich vorwiegend auf der entgegengesetzten Seite vorfinden und gar keine oder fast keine Sensibilität anzeigen sollen. Bei den einseitig reizbaren Ranken (Cucurbitaceen z. B.) sehe man daher die verlängerten Elemente nur in der Nähe der späteren concaven Seite, bei den allseitig reizbaren (Ampelideen) dagegen gleichmässig auf dem Rankenquerschnitt vertheilt. Eine Flanke soll sogar desto grössere Contactreizbarkeit besitzen, wenn man in ihrer Nachbarschaft eine um so grössere Anzahl von dünnwandigen Fasern oder verlängerten Zellen vorfinde.

Diese Behauptungen sind nun gänzlich aus der Luft gegriffen. Die meisten fadenförmigen Ranken haben im ausgebildeten Zustand Sclerenchymfasern an der Aussengrenze des Weichbastes in bestimmter Anordnung sowie Collenchym. Sind die Ranken noch jung, so sind diese Elemente natürlicher Weise noch zartwandig, und wenn sie vorwiegend an der reizbaren Seite, der später concaven, auftreten; so ist darin eine Anpassung an die spätere mechanische Inanspruchnahme der fertig differenzirten Ranke zu erblicken. Mit der Contactreizbarkeit aber hat die verlängerte Form dieser Zellen nichts zu schaffen, denn die Reizbarkeit pflanzlicher Organe ist an das Plasma gebunden und kann sich ebenso gut in langen als auch in kurzen Zellen äussern. Wichtig ist nur für eine rasche und ausgiebige Reizkrümmung, dass die Gewebe noch dünnwandig und

streckungsfähig sind, und daraus erklärt sich, dass die Reizbarkeit an alten Ranken mit differenzirten Geweben erlischt, während sie am stärksten ist, bevor die Ranke ihre definitive Länge erreicht hat. Im Uebrigen aber lässt sich keine besondere Structur in diesen Organen nachweisen, welche direct auf die Reizbarkeit und die Mechanik der Reizkrümmung Bezug hat und den Ranken ausschliesslich eigenthümlich wäre.

Wohl aber sind Beziehungen zu erkennen zwischen der anatomischen Structur fertig differenzirter Ranken und ihrer Function als Befestigungsorgane. Die spätere mechanische Inanspruchnahme ist in erster Linie massgebend für die Anlage und Ausbildung der Gewebeelemente, für das prädominirende Auftreten der mechanisch wirksamen Gewebe, wie Worgitzki (Flora 1887) in einer ausführlichen und im Gegensatz zu Leclerc du Sablon den Kernpunkt der Frage richtig treffenden Abhandlung auseinandergesetzt hat.

Wenn wir zunächst nur die typischen fadenförmigen Blatt- oder Achsenranken ins Auge fassen, welche sich spiralig einrollen, so ist die mechanische Inanspruchnahme des mit der Stütze direct in Berührung befindlichen oberen Theiles eine andere, als des spiraligen freien unteren Theiles. Letzterer soll eine elastische, federnde Verbindung zwischen Lianenstamm und Stütze herstellen, muss also in erster Linie auf Zugfestigkeit in der Anordnung und Differenzirung seiner Elemente Rücksicht nehmen. In Folge der für eine elastische Federung vortheilhaften spiraligen Einrollung wird nun jeder hier wirkende und die Spirale auseinanderziehende Zug in 2 Componenten zerlegt, in eine biegende und eine tordirende (Worgitzki pag. 9), die biegende Componente ist bestrebt, die Krümmungen an der concaven Seite der Spirale auszugleichen, sie greift also stets in der gleichen Richtung an und daraus folgert Worgitzki (p. 17), dass „auf der concaven Seite, um ein Einreissen an dieser Stelle zu verhüten, eine starke Zuggurtung vorhanden sein muss“, dass an der concaven Seite die mechanischen Elemente sich häufen, während an der convexen Seite turgescentes Parenchym genügt, um dem hier wirksamen Druck zu begegnen. „Die Beanspruchung auf Biegungsfestigkeit erfordert somit eine Dorsiventralität des Baues“.

Gleichzeitig muss aber auch der Bau der Ranke Rücksicht nehmen auf die Torsionsbeanspruchung, welche die Anwesenheit mechanischer Elemente auch an den Flanken der Ranke erfordert und da die Torsionen in den äussersten Schichten am stärksten sich

äussern, so muss hier die Epidermis oder ein allseitig geschlossener Collenchymring ihm besonders Widerstand leisten.

Diejenigen unteren Rankentheile, welche sich nicht spiralig einrollen, werden nur auf einfachen Zug in Anspruch genommen und sind daher auch meist radiär gebaut.

Anders dagegen die Rankentheile, die mit den Stützen in directem Contact sich befinden. Für diese kommt es vor allem darauf an, dass „gegen das Aufbiegen der Windungen, gegen das Abwickeln der umschlingenden Theile von der Stütze Vorkehrungen getroffen werden“ (Worgitzki p. 24). „Als geeignetes Mittel zur Erreichung dieses Zweckes bietet sich der geschlossene mechanische Ring dar“.

Ein festes Anschliessen der gerankten Theile an die Stütze durch nachträgliche Verdickung und durch Gewebewucherungen an der concaven Seite oder auch durch Ausbildung mechanisch wirksamer Elemente an der convexen Seite, somit also auch eine dorsiventrale Ausbildung der Structur, machen sich ausserdem hier geltend.

Aus der vorwiegend mechanischen Inanspruchnahme der Ranken erklärt sich zunächst das Zurücktreten des assimilirenden Gewebes und die Reduction der Siebtheile sowie auch der Gefässe in den Leitbündeln, die namentlich in ihrem secundären Zuwachs vorwiegend mechanische Fasern erhalten. Bei den Blattstielklimmern dagegen findet eine solche Reduction der leitenden Elemente nicht statt, da bei diesen die rankenden Organe nicht ausschliesslich mechanische Function zu erfüllen haben. Typische Ranken mit secundärem Dickenwachthum, so vor allen die Reizhaken, erzeugen aus dem Cambium fast nur Holz, kein oder nur sehr wenig Phloëm, und in ersterem keine oder verschwindend wenige Gefässe.

Inwieweit die erörterten Beziehungen zwischen Structur und mechanischer Funktion der Ranken bei den einzelnen Vertretern zur Ausbildung gelangt sind, ist aus der Abhandlung Worgitzki's (p. 40 ff.) zu ersehen, aus welcher ich nur einige wichtige Punkte hervorheben möchte.

Die junge Ranke wird anfangs nur auf Biegungsfestigkeit beansprucht, wobei sie zugleich in die Länge zu wachsen hat. In der Mehrzahl ist daher ein Collenchymring oder Collenchymrippen an der Peripherie zu finden, da dieses Gewebe beiden Ansprüchen am besten Genüge leistet. Auch kommt dieses Collenchym nach der spiraligen Einrollung noch in Betracht, indem es der tordirenden Componente Widerstand entgegensetzt.

In den Ranken, deren Gefässtheile nicht zu einem geschlossenen Holzring vereinigt werden, sind vorwiegend Bastfasern verwendet zur Herstellung der nöthigen Festigkeit (Curcurbitaceen, Smilax, Vicieen, Clematis, Hablitzia), während im andern Falle der Holzring selbst als mechanisches Gewebe vorwiegend wirkt (Passiflora, Vitaceen, Bignoniaceen, Solanum jasminoides).

Nur bei verschwindend wenigen Pflanzen fand Worgitzki (p. 49) die Dorsiventralität in der Anordnung der mechanischen Gewebe sehr gering ausgeprägt (Vitis vinifera, cordifolia, Cissus antarcticus, Smilax rotundifolia). Bei der überwiegenden Mehrzahl aber ist sie deutlich vorhanden und tritt entweder bei radiärer oder fast radiärer Anlage der Ranke erst nach dem Umfassen der Stütze auf, oder ist von Anfang an in der Anordnung der Gewebe zu erkennen, wird aber nach dem Erfassen der Stütze noch stärker ausgeprägt. Zur ersten Gruppe gehören die Ranken mit cambialem Dickenwachsthum (Passiflora, Vitaceen, Bignoniaceen, ferner in sehr ausgeprägter Weise bei Zweigklimmern und Hakenklimmern), welches den Holzring an der concaven Seite der gekrümmten Theile stärker verdickt, zur zweiten Gruppe Serjania cuspidata, die Cucurbitaceen, Smilax rotundifolia, Cobaea, Mutisia, Vicieen, Bignonia argyraea und Tweedyana, Flagellaria, die rankenden Blattstiele der Blattstielklimmer, also fast nur Blattranker. Sowohl in dem freien spiralig eingerollten wie auch in dem befestigten Theil findet eine dorsiventrale Anordnung der Gewebe statt, welche durch nachträgliches Dickenwachsthum verstärkt werden kann, so bei Serjania, Solanum jasminoides, Maurandia, Lophospermum, Rhodochiton, Bignonia argyraea.

Der anatomische Bau ist aber im einzelnen in beiden Rankenregionen meist ein mehr oder minder verschiedener, entsprechend der etwas verschiedenen mechanischen Inanspruchnahme, Unterschiede, die auch O. Müller (p. 123) für die Ranken der Cucurbitaceen nachgewiesen hat. Hier zeichnen sich die befestigten Rankentheile aus durch starke Wucherung des Rindenparenchyms und der Epidermis, wodurch eine bedeutende Verdickung und ein enges Anschmiegen bewirkt wird, und ferner spielt die nachträgliche Verholzung der Gewebe eine Rolle, ein Punkt, auf den Worgitzki nicht besonders Rücksicht genommen hat. So fand O. Müller (p. 124) bei den Cucurbitaceen, dass in dem freien spiraligen Theil nur der Sklerenchymstreifen auf der Unterseite und das Xylem verholzt, während in dem an der Stütze befestigten Theile das ganze innere Parenchym

und die Gefässbündel, die von dem zu einem Ringe zusammenschliessenden Sklerenchym umgeben werden, sämmtlich bis auf den Weichbast verholzen und dadurch diesen Theil starr, unbiegsam machen.

Der Contactreiz ist von grossem Einfluss auf die besondere Differenzirung der Gewebe der rankenden Organe. Allgemein werden dieselben, wenn sie an Stützen befestigt sind, dicker und kräftiger als ohne solche. Am auffallendsten ist die nachträgliche Verstärkung bei den Ranken mit cambialem Dickenwachsthum, vor allem den Zweigklimmern und Hakenklimmern. Bei Blattstielklimmern sind die gerankten Stiele oft mehrmals dicker als die geradebleibenden nicht befestigten. Unter den typischen Blattrankern zeichnen sich die Bignoniaceen in einzelnen Fällen durch ein sehr ausgiebiges nachträgliches cambiales Dickenwachsthum aus (vgl. Fig. 11, b Taf. II). Auch bei Blattspitzenrankern findet Verdickung statt, bei den zarten rankenden Spreiten von Fumaria dagegen kann von einer Verdickung nicht die Rede sein.

Nicht nur auf die Differenzirung, auch auf die Lebensdauer hat der Contactreiz einen befördernden Einfluss. Während nicht befestigte Ranken in der Regel bald abfallen, bleiben befestigte Ranken länger an den Klettersprossen haften, selbst wenn sie nach der Verdickung und Verholzung leblos geworden sind. Sie können dann länger wie ein, oft viele Jahre functioniren. So findet man die gerankten Blattstiele von Clematis Vitalba und Atragene obwohl leblos und ohne Spreiten noch im folgenden Jahre an den Pflanzen, während die nicht gerankten Blätter an der Insertion abgeworfen werden. Gleiches gilt für viele andere Ranken.

Die rankenden Organe bieten uns vorzügliche Beispiele für die Beeinflussung der Gewebedifferenzirung durch zunächst von aussen wirkende Reize.

6. Spontane Bewegungen der Ranken und Langsprosse.

Sehr verbreitet unter den Rankenpflanzen ist die Erscheinung, dass entweder die Ranken allein, oder die sie tragenden Langsprosse mit ihren oberen Internodien oder, und das ist der häufigste Fall, die Ranken und die Langsprosse zugleich oft beträchtliche spontane Nutationsbewegungen ausführen und dadurch ihre Enden in mehr oder weniger weiten Kreisen, Ellipsen oder unregelmässigen Curven

herumführen. Der biologische Erfolg aller dieser Bewegungen ist, den Ranken das Auffinden von Stützen zu erleichtern, sie sind secundäre Hilfsmittel beim Klettern. Nutationsbewegungen sind allgemein verbreitet im Pflanzenreich und können bei Kletterpflanzen, wenn Vortheile mit ihnen verknüpft sind, nach bestimmten Richtungen hin weiter entwickelt werden.

Was zunächst die Zweigklimmer anbelangt, so sind über dieselben in dieser Hinsicht keine speciellen Beobachtungen bis jetzt angestellt. Möglich, dass die Langsprosse auch bei diesen Bewegungen ausführen, die reizbaren Seitenzweige dagegen sind wegen ihrer Dicke wohl meist kaum dazu befähigt, am ehesten noch die langen blattlosen Zweigranken von Machaerium im jungen Zustand.

Die Reizhaken und Uhrfederranken führen zweifelsohne auch keine Bewegungen aus, vielleicht aber mit den sie tragenden Langtrieben.

Dagegen sind die Blattstielklimmer und Lianen mit Fadenranken von Phyllom- oder Caulomnatur mit verhältnissmässig wenig Ausnahmen zu solchen Bewegungen befähigt, betreffs deren Darwin ein reiches Beobachtungsmaterial in seinem bekannten Werke zusammengebracht hat.

Bei der Mehrzahl der Fadenranken rotiren die jungen Internodien der Langtriebe und die Ranken zugleich mit derselben Geschwindigkeit. Nach Darwin (p. 130) rotiren aber bei Cissus, Cobaea und den meisten Passifloren die Ranken allein, bei Lathyrus aphaca nur die Internodien, bei Lathyrus grandiflorus und Ampelopsis weder die Internodien noch die Ranken. Bei Vitis vinifera rotiren die Ranken, die jungen Internodien dagegen zeigen nur noch eine Spur der Bewegung. Eccremocarpus lässt die Ranken rotiren, während die Internodien die Bewegung durch viele Pausen unterbrechen.

Was die Blattklimmer anbelangt, so nutiren alle nach Darwin (p. 62) mit Ausnahme von Tropaeolum pentaphyllum mit den Sprossenden, oft ebenso regelmässig wie echte Winder. Bei gewissen Arten von Clematis dagegen ist die Bewegung nur eine sehr schwache und bei einer Species sogar ganz verloren gegangen oder wie vielleicht richtiger gesagt werden muss, nicht zur Entwicklung gekommen. Auch die sensiblen Blätter weisen meist eine ansehnliche Nutationsbewegung auf, die indessen auch stark zurücktreten kann, wie z. B. bei Clematis glandulosa.

Die Bewegungen der Langtriebe und Ranken werden aufgehalten, wenn eine Stütze umrankt wird. Daher ist die Richtung der Nutation eine oft wechselnde, unregelmässige im Gegensatz zu den Windern.

Die Geschwindigkeit der Bewegungen ist nach den Arten und Individuen verschieden.

Die Bewegungen vollziehen sich nur an den jungen, noch in Streckung befindlichen Internodien und an den Ranken von einem gewissen Stadium ab bis zur vollständigen Längsstreckung, etwa von dem Zeitpunkt ab, in dem die Ranke dreiviertel ihrer späteren Länge erreicht hat. An fertigen Organen gehen sie nach und nach verloren.

In der Regel tritt die Bewegung an den rankenden Organen gleichzeitig mit der Reizbarkeit ein, ist aber ein von dieser ganz unabhängiger Vorgang, denn „bei Cobaea und Passiflora punctata fangen die Ranken“, nach Darwin (p. 134), „schon an zu rotiren, wenn sie noch nicht reizbar sind, und bei Echinocystis behalten sie ihre Empfindlichkeit noch einige Zeit lang bei, nachdem sie aufgehört haben zu rotiren und nachdem sie abwärts gesunken sind.“ Diese Angaben haben phylogenetisches Interesse, indem sie zeigen, dass Bewegung und Reizbarkeit getrennt von einander erworbene Eigenschaften sind. Nach Wortmann (Bot. Ztg. 1887 p. 53) wird auch die Ranke von Passiflora gracilis erst reizbar, nachdem die Nutationen schon begonnen haben, ist es am stärksten während der lebhaftesten Nutation und giebt die Empfindlichkeit erst auf nach dem Einstellen der letzteren während des Aufrollens.

Wie aus den Versuchen Wortmanns (Bot. Ztg. 1887 p. 69 ff.) hervorgeht, besitzen die Ranken auch Geotropismus während ihres Rotationsstadiums, denn nach unten gerichtete Ranken, deren Traginternodien an Stützen festgebunden sind, biegen sich nach aufwärts und beginnen erst wieder zu nutiren, wenn eine bestimmte Richtung gegen den Horizont angenommen ist. Eine vollständige Aufwärtsrichtung findet aber nicht statt, sondern die Ranke biegt sich je nach dem Altersstadium zu verschiedener Höhe. Die Ranken besitzen somit negativen Geotropismus, der aber während der verschiedenen Altersstadien verschieden stark ist, und dem auch das Eigengewicht der Ranke entgegenwirkt. Beide Factoren tragen bei zur jeweiligen Stellung der Ranken zum Horizont, sind aber an dem Zustandekommen der nutirenden Bewegung nicht betheiligt.

Der Einfluss des Lichtes auf die Bewegungen der Ranken ist

unbedeutend, abgesehen von den negativ heliotropischen Ranken, welche als besondere Modificationen in § 2 sub 9 erwähnt sind. Auch die Ranken von Vitis vinifera sind, wie schon Mohl (p. 76) beobachtet hat, etwas negativ heliotropisch; der Einfluss des Lichtes schwindet aber, wenn dieselben mit einer Stütze in Berührung kommen und die Reizbarkeit sich bethätigt.

Bei einigen unten erwähnten Rankern ist die Nutation der jungen Internodien der Langtriebe eine ganz ähnliche wie bei den Windern und combinirt sich mit negativem Geotropismus, so dass ein Umwinden um aufrechte Stäbe möglich wird. Ein regelrechtes Winden kann aber durch das häufige Dazwischenkommen der sich befestigenden und die Bewegung aufhaltenden Ranken nicht oder nur auf kurzen Strecken zu Stande kommen und Winden und Ranken müssen sich aus diesem Grunde im Allgemeinen ausschliessen.

7. Stellung der Ranken an den Sprossen.

Die Stellung der rankenden Organe an den Sprossen ist meist eine solche, dass dieselben in ihren Functionen nicht durch andere Organe der Pflanze behindert werden, dass das Ergreifen der Stützen wesentlich erleichtert wird. Bei den Blattstiel-, Spreiten- und Spitzenklimmern und bei den Zweigklimmern stehen die reizbaren Organe spreizend ab, bei den Hakenklimmern sind sie nach unten gerichtet und derart inserirt, dass ihnen die Blätter nicht im Wege stehen, beispielsweise bei Strychnos alle an den flach ausgebreiteten Seitenzweigen derart angeordnet, dass sie alle nach unten schauen, wodurch sich leicht die Stützen in ihnen fangen können. Die Fadenranken schieben in der Regel den Sprossgipfel schräg bei Seite und gewinnen dadurch freien Raum für ihre Bewegungen, so z. B. bei Passiflora, ferner bei Vitaceen, deren Sprossgipfel allgemein hakenförmig umgekrümmt ist und so der jeweiligen in voller Entwicklung stehenden Ranke Platz macht. Die Hakenkrümmung von Vitis, Cissus, Ampelopsis zeigt keine Nutation oder periodische Geradestreckung, wie es bei manchen Windepflanzen der Fall ist, und mag auch gelegentlich mit zur ersten Befestigung der Pflanzen beitragen. Auch die charakteristische Stellung der Ranken der Cucurbitaceen neben den Blattachseln, und der sympodiale Aufbau der kletternden Vitaceensprosse, durch welchen die Ranken den Blättern gegenüberstehen, ist mit bedingt durch den

Vortheil, den eine möglichst freie Anordnung der rankenden Organe an den Langtrieben mit sich bringt.

8. Entwicklung und Vertheilung der rankenden Organe an der Pflanze.

Wie es der Fall ist bei den kletternden Palmen und bei den Windern, so treten auch bei den Rankern im Allgemeinen die specifischen Klettervorrichtungen noch nicht an den untersten Internodien der jungen Langtriebe auf; die zu erst gebildeten Ranken sind meist noch klein und gehen nach oben in normal ausgestaltete über.[1]) Es erklärt sich diese Erscheinung wenigstens zum Theil aus dem Umstande, dass junge Pflanzen und Sprosse sich eine Zeit lang selbstständig aufrecht zu halten vermögen, und dass erst von einer gewissen Länge an die dünnen Sprosse der Befestigung an Stützen bedürfen.

So tragen bei den Vicieen die ersten auf die Cotyledonen folgenden Blättchen noch keine Ranken, ebenso bei Cobaea, bei Eccremocarpus. Auch bei Corydalis, Adlumia sind die Uebergänge ganz allmähliche, die ersten Blätter noch ohne Ranken. Die Bignonieen tragen keine Ranken an den unteren Blättern der jungen Pflanze und Langtriebe, ebenso die Passifloreen und Vitaceen, Sapindaceen an den untersten Internodien. Die Cucurbitaceen (Göbel, Jugendzust. p. 37) erzeugen an den Keimpflanzen gewöhnlich zunächst rudimentäre, functionsunfähige Ranken, meist in Form kleiner, nach abwärts gebogener Spitzen, also sog. Hemmungsbildungen.

Als Ausnahmen von dem allgemeinen Verhalten sind zu erwähnen Tropaeolum tricolorum var. grandiflorum und Entada scandens. Ersteres erzeugt nach Darwin (p. 47) bis zu einer Höhe von 2—3 Fuss keine echten Blätter, sondern an deren Stelle „Filamente“ mit zugespitzten etwas abgeplatteten Enden, welche höher am Stamme hinauf in vollkommene Blätter übergehen. Diese Niederblättern entsprechenden Gebilde sind nun schon in hohem Grade reizbar, ebenso wie die Stiele der späteren Blätter und können somit als typische Ranken betrachtet werden — ein für Blattstielklimmer exceptionelles Verhalten. Später verwelken sie, haben also nur eine vorübergehende Bedeutung für die Emporrichtung des jungen Stengels.

---

[1]) Einige Angaben hierüber bei Göbel, Jugendzust. p. 37 und Vergl. Entw. der Pflanzenorgane p. 256, und Kaufholz Beitr. zur Morphol. der Keimpfl. —

Von Entada scandens habe ich eine Keimpflanze im Bonner Bot. Garten beobachtet. Aus dem dicken grossen Samen kommt ein langer dünner Hauptstengel hervor, dessen erste Blätter keine Spreiten entwickeln, sondern am Ende des Stieles nur je eine Doppelranke tragen. Erst wenn der Stengel einige Fuss hoch ist, folgen auf diese rankenartigen Niederblätter normale gefiederte Blätter mit endständiger Doppelranke.

Auch bei gewissen Cucurbitaceen steigt die Rankenbildung tief hinab an den jungen Pflanzen; so entspringt nach O. Müller (p. 99) bei Cyclanthera die erste Ranke bereits aus dem ersten Knoten des Stengels über den Keimblättern, zuweilen sogar schon in den Achseln der letzteren. Freilich sind diese ersten Ranken noch einfache Fäden, dann folgen gegabelte und schliesslich die 3—4spaltigen.

An den Blüthensprossen geht in manchen Fällen die Rankenbildung zurück. Die einzelnen Gruppen verhalten sich darin verschieden. Bei den Hakenklimmern vertheilen sich die reizbaren Organe ziemlich gleichmässig über die ganze Pflanze und treten in typischer Weise oft gerade an den Inflorescenzen auf (Artabotrys). Auch bei den Sapindaceen findet man fast immer ausser an den Langtrieben auch an den Inflorescenzen die charakteristischen Gabelranken; ebenso verhält sich Gouania u. A. Bei den Bignonieen dagegen sind die Blätter an den in Inflorescenzen endigenden Trieben meist ohne alle Ranken und tragen an deren Stelle Fiederspreiten.

Die Rankenorgane können direct an den Langsprossen sitzen, so naturgemäss bei allen Blattrankern und den meisten Caulomranken. Bei einigen dagegen sind sie nur an den Seitenzweigen inserirt (Strychnos).

Ganz allgemein entwickeln sich die rankenden Organe an den rasch emporwachsenden Sprossen früher als die Blattspreiten, die meist erst zur Entfaltung kommen, wenn die Ranken schon ihr Geschäft verrichtet haben. So sieht man namentlich in den tropischen Wäldern häufig viele Meter lange Sprosse, z. B. von Smilax, Bauhinia, Sapindaceen, an denen von seitlichen Organen fast nur die Ranken zu sehen sind, während die Blattspreiten langsam von unten nach oben sich ausbreiten. Bei den Blattkletterern, vor allen den Blattstielkletterern, läuft die Entwicklung der reizbaren Parthie der Spreitenbildung oft beträchtlich voraus.

Diese Erscheinung entspricht ganz dem Verhalten der Sprossenden der Winder.

9. Besondere Rankenformen.

Unter den typischen Ranken treten einige bemerkenswerthe Modificationen auf, die hier nur kurz erwähnt werden sollen, zunächst die eigenthümlichen Krallenranken von Bignonia unguis und Verwandten. Hier hat die dreitheilige Blattranke die Form eines Vogelfusses mit 3 starren, spitzen, eingekrümmten Zehen, die sich um dünne Stützen fest herumkrümmen, sich aber auch an Vorsprüngen, an Baumstämmen oder Felswänden anhaken können, an denen die Pflanze mit Vorliebe emporklettert. Die Krallenranken scheinen etwas negativ heliotropisch zu sein. Auch unter den sonst fädigen Ranken giebt es welche, deren äusserste Enden hakenförmig eingekrümmte starre Spitzen tragen, z. B. Eccremocarpus, und für diese hat Darwin (p. 134) auch negativen Heliotropismus der Spitzenenden gefunden, die in dunkle Spalten und Risse der Stützen einzudringen suchen. Ebenso besitzt die reich verzweigte Ranke von Cobaea scandens kleine spitze, harte, meist zu zweien dicht zusammenstehende Häkchen, die in ausgezeichneter Weise das Festhaften der Ranke erleichtern, sich leicht bei Wind anhaken, ohne aber negativen Heliotropismus zu besitzen.

Sodann sind hier die Ranken mit Haftscheibenbildung zu erwähnen, die sich vorfinden bei gewissen Vitaceen (Ampelopsis, Cissus-Arten), Cucurbitaceen und Bignoniaceen, also sowohl an fadenförmigen Caulom- als auch Phyllomranken secundär als Besonderheiten hinzugekommen sind. Zum Theil sind die Haftscheiben schon an den jungen Rankenspitzen angelegt, zum Theil aber erscheinen sie erst in Folge des Contactreizes. Es ist nun bemerkenswerth, dass Hand in Hand mit der Erwerbung dieser Eigenthümlichkeit häufig diese Ranken auch negativen Heliotropismus erlangten, wodurch ihnen die beste Gelegenheit gegeben wird, mit den ihnen passenden Stützen (Baumstämmen, Felswänden) in Berührung zu kommen.

Näheres über diese Ranken findet sich im speciellen Theil.

§ 3.

Combination des Rankens mit anderen Klettervorrichtungen.

Ranken und Winden zugleich kommt nur einigen wenigen Rankenpflanzen zu. Bei gewissen Bignoniaceen sind die Nutationen der jungen Internodien derart, dass ein Winden um aufrechte Stützen eine Strecke weit zu Stande kommt, wenn auch die Winderichtung dabei wechseln kann und der Stengel oft ein Stück gerade wächst,

weil die Ranken immer dazwischen kommen, ferner nach Darwin bei einigen Blattklimmern, wie z. B. Rhodochiton volubile, gewissen Tropaeola, Clematis-Arten, aber auch bei diesen sind die Windungen nur gelegentliche, unregelmässige und in der Richtung wechselnde. Dass beide Modi neben einander sich entwickeln können, wenn eine Pflanze zu kletternder Lebensweise übergeht, erklärt sich daraus, dass mit der längeren Streckung der Internodien auch die für die Winder characteristische rotirende Nutation der noch im Wachsthum befindlichen oberen Stengeltheile sich einstellen kann. Werden nur gewisse Seitenzweige oder Blätter mit Contactreizbarkeit ausgestattet, so müssen im Allgemeinen die Langtriebe in der Weiterentwicklung zu windenden Stengeln gehindert werden. In einzelnen Fällen aber bildet sich auch gleichzeitig die Fähigkeit zum Winden heraus und kann nun neben den reizbaren Organen beibehalten werden, ohne dass sie für die betreffenden Lianen gerade von grossem Nutzen ist.

Dagegen ist die Combinirung von Ranken und Wurzelklettern eine günstige bei solchen Lianen, die an Felswänden oder Baumstämmen emporranken. Sie findet sich aber nur bei einigen Bignonieen aus der Verwandtschaft von Bignonia unguis. Hier dürften die Hafwurzeln als secundäre Bildung hinzugetreten sein, denn es ist nicht anzunehmen, dass diese Arten anfangs nur Wurzelkletterer waren, da ja die ganze grosse Gruppe der Bignonieae im Uebrigen nichts mit kriechenden oder wurzelkletternden Formen gemein hat. Wurzelkletterer finden sich unter den Bignoniaceen aber in der Tribus der Tecomeae in grösserer Zahl, sind aber hier nicht mit Rankenbildung combinirt.

Wie bei gewissen Spreizklimmern können auch bei rankenden Arten besondere Bildungen an den Sprossen mit dazu beitragen, die Befestigung im Geäst der Stützpflanzen zu erhöhen, ohne dass sie immer als specifische Anpassungen für kletternde Lebensweise angesehen zu werden brauchen.

So sind Stacheln häufig bei Smilax-Arten an Stengel und Blattstielen.

Vitis pubiflora var. papillosa (Treub, Ann. Buit. III p. 176) erzeugt an ihren rankenden langen Trieben zahlreiche lang-warzenförmig vorspringende, aus Lenticellen hervorgehende Korkwarzen, mit Hilfe deren sich die Zweige gegenseitig verketten oder an den Stützen besser befestigen. Auch an den Ranken und Luftwurzeln sollen solche Lenticellen als Stützpunkte dienen. Obwohl die Lenti-

cellen hier nicht die Hauptfunktion der Festheftung haben, so könnte man doch annehmen, dass ihre besondere Entwicklung in Zusammenhang mit der kletternden Lebensweise stehe. Bei Cissus tuberculata Wall. sind ähnliche, aber entfernt stehende Warzen vorhanden.

Die meisten rankenartigen Organe sind glatt, vor allem die rankenden Blattstiele und die Fadenranken. Nur bei wenigen Formen unterstützen rückwärts gerichtete Haare, Stacheln oder Dornen das Festhalten.

Rückwärts gerichtete steife oder rigide Haare giebt Treub (Ann. Buit. III p. 163) an für die 1 oder 2 mal gegabelten Ranken von Jodes ovalis und Jodes tomentella (Phytocreneen), wo sie an den oberen Theilen sitzen, während an der Basis lange, dünne, abstehende Haare sich vorfinden.

An den uhrfederartigen Ranken von Serjania caracasana und Paullinia cartagenensis fand Treub (ibid.) nach vorne gerichtete rigide Haare, die aber nicht an der reizbaren eingekrümmten Unterseite auftraten. Sie sollen nach Treub beim Anstossen an Stützen zur Oeffnung der eingekrümmten Unterseite beitragen. Ich bezweifle aber, dass sie in dieser Hinsicht von grossem Nutzen sind.

Rückwärts gerichtete starke Stipulardornen treffen wir an den langen, kräftigen, vielgliedrigen Zweigranken brasilianischer Machaerium-Arten. Sie sitzen hier zu zweien an den Knoten, deren Laubblätter bei einer Anzahl von Arten ganz unterdrückt sind. Diese Stipulardornen wirken in ausgezeichneter Weise zur Befestigung, zumal die Langtriebe häufig an dickstämmigen Bäumen emporsteigen, welche oft kaum von den Zweigranken umfasst werden können.

Die ähnlich gestalteten Zweigranken gewisser kletternder Mimoseen (cf. Fig. 37) sind mit einer grossen Zahl von scharfen Stacheln besetzt, die die Ranken unlösbar an die Stütze befestigen.

§ 4.

Mannigfaltigkeit der Rankenformen.

Ueberblicken wir die mannigfachen Formen, welche uns die rankenden Organe darbieten und berücksichtigen wir, dass dieselben in verschiedener Weise wirksam sind, so erklärt sich diese Mannigfaltigkeit aus der Verschiedenheit der Stützen, die sich in der Natur dieser Lianen darbieten.

Niedrig bleibende krautige Rankenpflanzen wie unsere Fumaria officinalis, viele Vicieen klettern am besten zwischen gesellig wach-

senden Gräsern und Kräutern; ihre rankenden Organe sind zum Erfassen sehr dünner Stützen adaptirt. Höhere krautige Ranker wie unsere Bryonia, Lathyrus-Arten klettern am besten in Gesträuch empor, das ihnen zahlreiche Stützen bietet.

Die holzigen rankenden Bignoniaceen, Cissus, Passiflora, Sapindaceen, Bauhinia, trifft man überall im tropischen Wald an, wo sie sich an Unterholz, Luftwurzeln, anderen Kletterpflanzen unter Benutzung mittelstarker Stützen rasch in die Höhe arbeiten, um auf den Kronen der Waldbäume ihr Gezweig zu entfalten.

Die Zweigklimmer sind in ausgezeichneter Weise befähigt, selbst unter Benutzung sehr dicker Stützen wie Baumstämme, dickere Seitenäste empor zu steigen.

Die Hakenklimmer sind auch an kräftige Stützen, deren Dicke allerdings die Oeffnung der Haken nicht übersteigen darf, angepasst und finden ihren besten Standort im Unterholz der Wälder.

Endlich die Krallenranken von Bignonia unguis sowie die Haftscheibenranken befähigen die betreffenden Arten, senkrecht an dicken Baumstämmen, Felswänden ganz nach Art der Wurzelkletterer in die Höhe zu gehen.

§ 5.

Phylogenie der Rankenpflanzen.

Darwin hat (p. 145) die Ansicht ausgesprochen und zu stützen versucht, dass die Blattkletterer ursprünglich Windepflanzen waren, weil die jungen Internodien der ersteren ähnlich wie letztere rotiren und einige von ihnen gut, andere allerdings in einer unvollkommenen Art und Weise zu winden im Stande seien. Mehrere blattkletternde Gattungen sind auch nahe verwandt mit anderen Gattungen, deren Arten einfache Windepflanzen sind.

Diese Ansicht Darwins kann ich nicht theilen. Es lassen sich keine stichhaltigen Gründe beibringen für die Annahme einer Descendenz der meisten Blattklimmer, so der Fumariaceen, Clematis, Tropaeolum, Antirrhineen, Solanum etc. von windenden Formen, denn die Eigenschaft der jungen Internodien zu rotiren und die Fähigkeit bis zu einem gewissen Grade zu winden, kann auch eben so gut gleichzeitig mit der Erwerbung der Reizbarkeit der Blätter aufgetreten sein oder schon vorher in geringem Grade vorhanden gewesen sein, ohne dass die betreffenden Pflanzen wanden. Die Nutations-Bewegung hat sich bei der einen Art stärker entwickelt

als bei der anderen und für letztere braucht man nicht einen Rückschritt in dieser Eigenschaft zu postuliren. Die Nutation unterstützt die sensiblen Blätter im Aufsuchen von Stützen und wurde daher von den Blattklimmern als nützliche Eigenschaft bis zu einem gewissen Grade ausgebildet. Dass nur wenige es zu schwachem Winden gebracht haben, liegt daran, dass Winden und Ranken im Allgemeinen sich ausschliessen müssen.

Aus ähnlichen Gründen wie den obigen hält Darwin (p. 146) es auch für wahrscheinlich, dass alle Rankenträger ursprünglich Windepflanzen waren. Bei den grossen Familien der Cucurbitaceen Passifloraceen, Vitaceen soll der Verlust des Windens am ausgesprochensten sein, zumal bei den meisten Passifloren und Vitaceen auch die Nutation fast gar nicht mehr zu bemerken ist.

Darwin findet (p. 147) den Grund dafür, dass die Ranker das Winden aufgegeben haben, darin, dass die Ranken in vieler Beziehung besser wirken und an jedem Gesträuch, an den verschiedensten Stützen emporzuklettern vermögen.

Für die Ableitung der Rankenträger gilt aber meiner Meinung nach dasselbe wie für die Blattklimmer, und ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die Ranker sich entweder direct aus normalwüchsigen Pflanzen entwickelt haben oder aus den auf der untersten Stufe des Klimmens stehenden Spreizklimmern.

Die Blattklimmer dürften sich von Formen ableiten, welche mit gestreckten Stengeln zwischen anderen Pflanzen in die Höhe wuchsen und mit den abstehenden Blättern häufig auf Stützen sich auflagerten und nun Reizbarkeit gegen Contact erwarben.

Die Blattranker haben sich zum Theil wenigstens von Blattkletterern aus naturgemäss durch fortschreitende Differenzirung und Arbeitstheilung weiter entwickelt. Für die Vicieen indessen ist, wie in § 7, 4 ausgeführt ist, eine directe Ableitung der Ranken aus den fadenförmig verkümmerten Endfiederchen der Laubblätter anzunehmen, also keine Vorstufe von Blattklimmern.

Für die Zweigklimmer ist die Abstammung von spreizkletternden Sträuchern am wahrscheinlichsten, für die Hakenkletterer und Uhrfederranker von solchen Formen, deren Inflorescenzstiele vielleicht anfangs nur rückwärts gekrümmt waren, für einige Hakenklimmer auch von bedornten Spreizklimmern nach Art der Bougainvillea. Auch die höher stehenden Ranker mit fadenförmigen Achsenranken dürften am ehesten von Spreizklimmern ihren Urpsrung genommen haben, deren Blüthenstiele häufig mit Stützen in Berührung kamen.

Der Unterschied zwischen Spreizklimmern und Rankern ist freilich ein scharfer. Aber Reizbarkeit für äussere Factoren wie Licht, Wärme, Schwerkraft, Contact mit anderen Körpern, Luft, Wasser lässt sich schon bei den niedersten Organismen erkennen, und kann leicht an allen möglichen Organen hervortreten und nun nach der einen oder anderen nützlichen Richtung durch Selection weiter ausgeprägt werden.

Das erste Auftreten der Reizbarkeit für Contact an bestimmten Organen mag in vielen Fällen ein unvermitteltes gewesen sein. Wie die morphologischen Eigenschaften, so können auch die physiologischen sprungweise variiren. In dieser Hinsicht verdient Antirrhinum majus besonderes Interesse (Vgl. unten § 6, 2 unter 8), welches für gewöhnlich nicht rankt, aber in gewissen Varietäten unvermittelt an ihren unteren kurzen beblätterten Seitenzweigen die Fähigkeit zu ranken hervortreten lässt.

Die höchst entwickelten Fadenranker wie Cucurbitaceen, Passifloren, Cissus stellen zugleich auch die am weitesten vorgeschrittene Stufe der Kletterpflanzen überhaupt vor, denn die Besonderheiten der Winder und Wurzelkletterer reichen bei weitem nicht an die hier zur Entwicklung gebrachten in jeder Beziehung vollkommenen und ausschliesslich einem Zwecke dienenden Kletterorgane, deren Bewegungen, deren durch die Contactreize ausgelöste Plasticität zeigen, wie vollkommene Anpassungen die Pflanze zur Entfaltung bringen kann.

Die bemerkenswerthe Thatsache, dass unter den Hakenklimmern, den Uhrfederrankern und Fadenrankern die rankenden Organe fast überall aus Inflorescenz- bezw. Blüthenstielen durch Metamorphose hervorgegangen sind, erklärt sich daraus, dass diese Achsen in ihrer Jugend, wenn die Blüthen noch in der Knospe sind, häufig schon annähernd die Form junger Ranken haben, weil an ihnen die Belaubung schon unterdrückt ist. Diese Achsen können somit direct als Ausgangsformen benutzt werden. Wird nun eine zum Klettern neigende Pflanze an schattigen Standort versetzt zwischen Gesträuch oder in den Wald, so wird dieselbe, wenn sie eine gewisse Höhe erreicht hat, versuchen Blüthen zu treiben. Schattiger Standort ist im Allgemeinen aber ungünstig für die Entfaltung derselben (abgesehen von solchen Pflanzen, die an die Bestäubung durch schattenliebende Insecten sich angepasst haben), und so kann leicht an den Inflorescenzstielen eine Verkümmerung der Blüthe eintreten.

Gerade die Inflorescenzstiele zeigen vielfach allerlei Bewegungen

und grosse Neigung zur Annahme bestimmter Reizbarkeit. Bei der Fruchtbildung biegen sich die Stiele häufig nach unten, bilden einen Haken und erfahren nun namentlich bei schweren Früchten eine nachträgliche Verdickung und Verstärkung. Viele Ranker haben nun in der That verhältnissig schwere Früchte oder Fruchtstände (Strychnos, Passifloraceen, Vitis, Sapindaceen). Lässt sich nachweisen, dass das Gewicht der Früchte den Reiz abgiebt für die Verdickung, so ist damit die nachträgliche Verdickung der Ranken nach der Befestigung, wenn sie das Gewicht der Langsprosse zu tragen haben, dem Verständniss näher gerückt.

Wie die Ranker sich in letzter Linie von gewöhnlichen Bodenpflanzen aus entwickelt haben, so kann auch umgekehrt der Fall eintreten, dass eine Rankenpflanze wieder ihre kletternde Lebensweise aufgiebt, die Ranken nicht mehr zur Entwicklung bringt und zur Ausgangsform zurückkehrt oder zu Formen mit anderem Wuchs übergeht. Wird eine Rankenpflanze aus dem Wald oder dem Gesträuch durch irgend einen Zufall mittelst Samen in offenes Terrain verschleppt, was namentlich an der Grenze von Wald- und Savannengebieten eintreten kann, so wird sie sich, falls sie überhaupt die nöthige Plasticität besitzt, zu einem Busch — oder zu einer Pflanze mit niederliegenden Stengeln, dem Standort entsprechend ausbilden und der Ranken schliesslich verlustig gehen. Es ist mir sehr wahrscheinlich, dass manche der die brasilischen Campos bewohnenden Arten aus Gattungen, deren Vertreter überwiegend kletternde Lebensweise führen, diesen Entwicklungsgang zurückgelegt haben, so z. B. die Cissus-Arten mit aufrechten Sprossen, gewisse Cucurbitaceen, Bignoniaceen, Passifloraceen, Hippocrateaceen etc., ebenso wie manche mit ihnen vorkommenden Pflanzen von Windern sich ableiten (Menispermaceen, Apocynaceen, Malpighiaceen), was freilich in jedem einzelnen Falle durch sorgfältiges Abwägen des für und wider erschlossen werden muss. Hinweise auf solche Formen finden sich in der speciellen Darstellung bei den betreffenden Familien.

Dass solche Rückbildungen thatsächlich möglich sind, lehrt uns das Verhalten des Gartenkürbis, von welchem wir auch buschig wachsende, mit gestauchtem Stengel versehene Culturformen besitzen, an denen keine Ranken oder diese nur ausnahmsweise und nicht in normaler Entfaltung gebildet werden. Zur Ausbildung der Ranken scheint es bei Cucurbita nöthig zu sein, dass die Stengelinternodien eine gewisse Länge erreichen; Länge der Internodien und Rankenbildung stehen in Correlation.

§ 6.

Blattkletterer.

1. Blattspreitenklimmer.

Soweit mir bekannt, stellt nur die Familie der Fumariaceen zu dieser Gruppe einige Vertreter. Die kletternden Arten dieser Familie, sämmtlich mit krautigen vergänglichen Sprossen, bieten in phylogenetischer Hinsicht Interesse, da sie neben einfach blattkletternden Formen Uebergangsformen zwischen Blattkletterern und Blattrankern und endlich Vertreter mit bereits typisch entwickelten Blattranken aufweisen. Die phylogenetischen Vorstufen der letzteren haben sich hier also noch erhalten, und zeigen den Weg an, den die höher stehenden Formen zurückgelegt haben.

Zu den Blattspreitenklimmern im eigentlichen Sinne des Wortes gehören verschiedene schlankästige Fumaria-Arten, deren dünne krautige Stengel nicht im Stande sind, das gesammte Laub zu tragen, welche sich daher an offenen Stellen niederlegen, zwischen anderen Kräutern oder niederem Gesträuch aber in die Höhe wachsen, sich gegen die von letzteren gebotenen Stützen lehnen und nun auch mit ihren sensiblen mehrfach gefiederten Blättern im Stande sind, dünne Stützen, mit Vorliebe Grashalme oder dünne Zweige zu umranken.

Von unseren Arten verhält sich so Fumaria officinalis L., welche verschiedene Formen bildet.[1]) Die Forma arvensis Wtg., auf Aeckern auftretend, hat aufrechten nie rankenden Stengel mit dicken aufrechten Aesten; dagegen besitzt die Forma oleracea Wtg. sehr ästigen, ausgebreiteten, oft rankenden, bis 50 cm hohen Stengel, ebenso die durch die Fruchtform etwas abweichende Fum. officinalis β Wirtgeni (Koch), welche häufig an Hecken und Erbsenreisern bis zu 1 m und höher hinaufrankt. Bei diesen rankenden Formen macht sich gar kein Unterschied bemerkbar zwischen rankenden und nicht rankenden Blättern; alle sind 3 fach gefiedert, die Fiederchen mehr oder weniger fiederspaltig, die Zipfel lanzettlich. Nun sind nicht nur die Fiederstielchen höherer Ordnung reizbar und führen um Stützen Krümmungen aus, sondern auch die kleinen Fiederzipfel selbst sind reizbar und können sich um Grashalme u. s. w. herumlegen. Die Windungen der gerankten Blätter sind meist locker, die Pflanze ist daher nicht sehr vollkommen an die Stützen befestigt, findet aber durch die vielen Umrankungen genügenden Halt. Die Blattfiederstielchen, welche eine Stütze gefasst haben, werden etwas

[1]) cf. Wirtgen: Flora der preuss. Rheinlande. Bonn 1870 I p. 92.

dicker und kräftiger an der befestigten Stelle. Fum. officinalis ist somit gleichzeitig Blattstielklimmer. Nach Darwin (p. 59) führen die jungen Internodien und die Blätter spontane unregelmässige Nutationen aus.

Fumaria Vaillantii scheint nicht ranken zu können und auch F. parviflora dürfte Reizbarbeit an den Blättern, wenn überhaupt vorhanden, nur in sehr schwachem Maasse besitzen.

Dagegen ist Fumaria capreolata L. recht gut zum Ranken befähigt, sie treibt bis ca. 1 m hohe kletternde Stengel und bildet dichte Büsche zwischen ihren Stützpflanzen. Die Blätter sind doppeltgefiedert mit fiederspaltigen, im Umriss rautenförmigen Fiederchen. Ob die Spreite der letzteren, die viel breiter ist als bei F. officinalis, auch im Stande ist, Reizkrümmungen auszuführen, ist mir fraglich, sicher thun es aber die langen, dünnen Fiederstielchen, die oft stark gewunden sind und sich gegenseitig verflechten können. An F. capreolata reihen sich verschiedene mediterrane Arten mit gleichem Verhalten und mit ebenfalls ziemlich hoch kletternden Stengeln an.

Echte Ranken habe ich bei keiner einzigen Fumaria beobachten können.

Eine etwas höhere Stufe im Blattklimmen hat die zu den zierlichsten Kletterkräutern gehörende zweijährige Adlumia cirrhosa Raff., im atlantischen Nordamerika einheimisch, erreicht. Ihre krautigen Stengel erreichen 2 m und mehr Höhe, verzweigen sich reichlich und überwuchern das stützende Strauchwerk, indem sie sich mit ihren dreifach gefiederten, mit langen Fiederstielchen versehenen Blättern überall festankern. Das ganze Blatt ist reizbar, die Haupt- und Nebenstiele können selbst kräftige Stützen regelmässig umranken und verdicken sich dann etwas, aber selbst die Stiele der Endfiederchen und diese selbst, welche in dem oberen Theile des Blattes gradatim kleinere Spreiten und längere Stielchen ausbilden und dadurch den Uebergang zu echten Ranken andeuten, können sich um Stützen ranken, verflechten sich aber meist unter einander zu dichtem Gewirr. Im ersten Jahre werden noch keine langen Klettertriebe und keine reizbaren Blätter erzeugt und auch die im zweiten Jahr zuerst erzeugten grundständigen Blätter sind, wie auch Darwin (p. 59) erwähnt nicht empfindlich. Die Reizbarkeit tritt erst an den Blättern, besonders den höher stehenden, der kletternden und blühenden Langsprosse auf.

Bei unserer Corydalis claviculata,[1]) die 0,5—1 m hoch werden kann und in Gebüschen emporklettert, geht die Rankenbildung einen Schritt weiter; in der oberen Parthie des Stengels sind die letzten Auszweigungen der zwei- bis dreifach gefiederten Blätter bereits zu typischen fadenförmigen Ranken umgebildet, während die zuerst gebildeten grundständigen nicht reizbar sind und normal entwickelte Fiederspreiten besitzen. Zwischen beiden finden sich alle Uebergänge; die endständigen und obersten seitlichen Fiederchen reduciren, von unten nach oben am Stengel, immer mehr ihre Spreite, während der reizbare dünne Blattstiel dafür desto länger wird und so die Beschaffenheit einer echten Fadenranke annimmt. An vielen solchen Uebergangsformen ist die Spreite nur noch als eine winzige kleine Erbreiterung vorhanden.[2]) Mohl (p. 43) giebt irrthümlicher Weise an, dass auch die Enden der Stengel in Ranken umgewandelt seien; der Stengel ist gar nicht reizbar.

Die Contactreizbarkeit entwickelt sich um so mehr, je höher am Stengel die Blätter stehen und an jedem einzelnen Blatt je mehr die Blattfiedern Rankenform annehmen.

Wie Darwin (p. 95) beobachtet hat, sind die Blätter empfindlich, so lange sie noch jung sind, wobei sie beinahe senkrecht nach oben stehen, wie es viele echte Ranken thun. Die Blätter wie auch die jungen Internodien nutiren in unregelmässigen Ellipsen oder Spiralen. Die endständigen dünnen rankenähnlichen Fiederstielchen bezw. Ranken biegen sich schliesslich abwärts, wenn sie nichts gefasst haben und verlieren dann ihre Reizbarkeit.

Wie Corydalis claviculata (aus der Sectio Stylotome Prtl.) verhalten sich, wie ich an den Herbarexemplaren des Berliner Museums constatiren konnte und wie auch Prantl[3]) angiebt, noch 4 Arten vom Cap der guten Hoffnung, aus der Sectio Phacocapnos nämlich Corydalis cracca Schlcht., C. Burmanni Eckl. und Zeyh., C. pruinosa E. Mey., C. vesicaria Pers., ferner die beiden zur Sectio Ceratocapnos gehörigen Arten C. palaestina Benth. und Hook. in Palästina und Syrien, C. umbrosa Benth. und Hook. in Nordafrika. An einem Exemplar von C. cracca waren die grundständigen Blätter alle rankenlos und die vielfach erzeugten Ranken traten erst an den Enden der an der Basis mehrfach gefiederten Blätter der Langtriebe auf, welche sich aus zweigliedrigen Sympodien

[1]) cf. Göbel, Vergl. Entw.gesch. p. 239. — Darwin, p. 59 u. 93.
[2]) Vergl. Abbild. bei Darwin p. 94.
[3]) Nat. Pfl.fam. III2 p. 144.

aufbauen, derart das einem jeden Blüthentriebe ein rankendes Blatt gegenübersteht. Die Blattranken kommen dadurch in eine für ihre Thätigkeit günstige unbehinderte Stellung, wie es in analoger Weise auch mit den Ranken des Weinstocks der Fall ist, bei dem die morphologischen Verhältnisse allerdings andere sind.

Die vollkommensten Blattranken besitzt unter den Fumariaceen die von Darwin (p. 96) geschilderte Dicentra thalictrifolia Hook. und Thomp. aus dem Himalaya. Die 2—3 fach gefiederten Blätter tragen zunächst in der unteren Parthie 2 mit Fiederspreiten versehene Segmente und darüber die endständigen Ranken mit mehreren seitlichen 2—4 fach verzweigten Aesten, deren Endspitzen alle zu einem winzigen Häkchen gestaltet sind. Die Endhaken repräsentiren, wie schon der Vergleich mit Corydalis claviculata lehrt, die letzten Ueberreste von Fiederspreiten. Es sind somit auch hier die Stielchen, welche zu fadenförmigen Ranken werden.

Sämmtliche Zweige der Ranken sind auf allen Seiten nach Darwin (p. 96) empfindlich, die basale Rankenparthie nur in unbedeutendem Maasse. Auch hier nutiren die Blätter mit ihren Ranken ebenso wie die jungen Internodien.

Wie bei typischen Fadenranken ziehen sich die Ranken, zumal der oberen Blätter, mit Ausnahme der dickeren basalen Parthie nach der Befestigung spiralig zusammen. Nicht befestigte Ranken biegen sich abwärts.

Dieselbe Rankenbildung treffen wir bei 3 anderen Arten der Gattung aus dem Himalaya an, so bei D. Roylei Hook. f. et Thomp., bei D. torulosa Hook. f. et. Th. und D. scandens Walp.

Obwohl die letztgenannten Fumariaceen zu den Kletterpflanzen mit typischen Blattranken gehören, sind sie bereits an dieser Stelle erwähnt, um auf ihre Beziehungen zu den Blattspreitenklimmern hinzuweisen. Ihre Ranken sind entstanden zu denken aus der oberen Parthie reizbarer Blätter, deren Fiederstielchen sich verlängerten und deren Spreiten gradatim bei fortschreitender Arbeitstheilung verkümmerten.

2. Blattstielkletterer.

Unter den Blattkletterern ist diese Untergruppe am artenreichsten, was sich daraus erklärt, dass von den Theilen des Blattes gerade der Stiel am leichtesten Rankennatur annehmen kann infolge seiner Form und infolge seiner Fähigkeit, leicht Reizbarkeit für irgend welche äussere Einflüsse auszubilden.

Die hierher gehörigen Formen sollen in der Reihenfolge des Systems besprochen werden.

Weder die Gefässcryptogamen, noch die Gymnospermen, noch die Monocotylen weisen Vertreter auf.

1. Unter den Dicotylen ist zunächst zu erwähnen die Chenopodiacee Hablitzia tamoides, eine hochkletternde Staude des Caucasus. Die langen Blattstiele der einfachen breit pfeilförmigen Blätter sind reizbar und oft mehrmals um Stützen, am häufigsten um Theile derselben Pflanze gerankt. Diese Art verdient zugleich in anderer Hinsicht Interesse. In den Blattachseln und an den Enden der Zweige stehen reichblüthige meist im Bogen herabhängende Blüthenrispen, deren Seitenzweige erst 1 oder 2 mal dichasial, dann monochasial sich weiter verästeln. Die Haupt- und Nebenachsen sind nun gleichfalls, wie es scheint, reizbar, führen lockere Krümmungen aus und verflechten sich auf diese Weise häufig mit benachbarten Rispen zu dichtem Gewirre, welches verhindert, dass die Pflanze von den Stützpflanzen durch Wind abgeweht werden kann. Es liegt nahe, solche Pflanzen als Ausgangsformen für Kletterpflanzen mit vollkommenen Ranken, die durch Arbeitstheilung aus Inflorescenzaxen entstanden, anzusehen, und in der That werden uns die Vitaceen in dieser Beziehung noch instructivere Uebergangsformen zeigen.

2. Unter den Ranunculaceen begegnen uns zahlreiche ausgezeichnete Blattstielklimmer innerhalb der Gattung Clematis (incl. Atragene, Naravelia), während dagegen von Aconitum einige schwach windende oder spreizklimmende Kräuter lianoide Lebensweise angenommen haben. Wie bei den Fumariaceen hat sich auch in der Gattung Clematis der Uebergang von Blattstielkletterern bereits zu einigen echten Blattrankern vollzogen.

Die Blätter der Clematis-Arten sind entweder ungetheilt oder einfach- oder doppelt-dreitheilig oder gefiedert mit mehr oder weniger dreitheiligen Segmenten.

Während nun die Arten mit ungetheilten Blättern nur wenige kletternde Formen umfassen, wie z. B. die formenreiche C. smilacifolia Wall., ranken die Arten mit zusammengesetzten Blättern der Mehrzahl nach und zwar sowohl mit den Hauptstielen als auch mit den Fiederstielchen, wobei die Spreite der Fiedern meist ganz unverändert bleibt. Wie aber Prantl[1]) hervorhebt „werden im Ver-

[1]) Prantl, Beitr. z. Morph. d. Ran. p. 251.

wandtschaftskreis der Clematis Viorna im Zusammenhang mit dem Ranken die Endblättchen und die vordersten Fiederblättchen kleiner, ja können ganz schwinden, so dass nur rankende Stiele im vorderen Theile des Blattes übrig bleiben." Dieselbe Rankenbildung tritt auch an der Clematis (Naravelia) zeylanica[1]) auf. Der Hauptstiel des Blattes trägt bei dieser zunächst ein Paar breiter Fiederblätter und setzt sich dann in eine lange, am Ende dreispaltige Ranke fort. Das Blatt mit seiner Ranke besitzt somit hier genau dieselbe Gliederung und Arbeitstheilung wie bei den meisten Bignoniaceen. Bei Cl. aphylla ist nach O. Kuntze[2]) sogar das ganze Blatt in eine Ranke metamorphosirt und die Assimilation wird hier von der Stengelrinde besorgt.

Ueber das biologische Verhalten verschiedener Clematis-Arten verdanken wir Darwin (p. 36 ff.) interessante Beobachtungen. Er fand, dass die Reizbarkeit der Blattstiele bei den einzelnen Arten verschieden stark ausgeprägt ist. Je länger der Hauptstiel und die Fiederstiele sind, desto mehr sind sie zum Ranken befähigt, desto leichter führen sie bei Berührung mit dargebotenen Stützen Krümmungen um dieselben aus. Empfindlich sind die Unterseiten und die Flanken, am stärksten an den Hauptstielen, die Nebenstiele um so mehr, je länger sie sind.

Die kurzen dicken Blattstiele der mit einfachen eiförmigen Blättern versehenen Clematis glandulosa zeigen relativ geringe Reizbarkeit, vorwiegend auf der Unterseite, sind aber doch geeignet Stützen zu umfassen, wobei der Blattstiel an der gekrümmten Stelle infolge des Contactreizes eine starke Verdickung erfährt (Abbildung bei Darwin p. 37). Diese Clematis ist eine Form der vielgestaltigen Cl. smilacifolia Wall. des tropischen Asiens, von welcher indessen andere Formen sehr lange und sehr gut rankende Blattstiele aufweisen, wie ich an Exemplaren des Berliner Herbars constatiren konnte. Cl. montana mit langem dünnen Hauptstiel des 3 theiligen Blattes zeigt eine viel höhere Empfindlichkeit in dessen ganzer Länge, nicht aber an den kurzen Stielchen der 3 Fiedern, während die zahlreichen Arten mit zusammengesetzten Blättern, deren Fiederstiele dünn und lang sind, mit allen Blattstielabschnitten zu ranken im Stande sind, wie z. B. C. Viticella, C. Vitalba, C. (Atragene) alpina.[3])

Eine allgemeine Erscheinung ist, dass diejenigen Blätter, welche

---

[1]) Abb. in Roxburgh, Plants of Coromandel II tb. 188.

[2]) Verh. bot. Ver. Brandenburg 1885.

[3]) Habitusbild in Kerner I p. 651.

Stützen erfasst haben, an den gewundenen Stellen stark nach der Stützenseite, oft um das Doppelte verdickt und so steif werden, dass sie eher brechen, als sich abrollen lassen. Das Steifwerden kommt zu Stande durch Verholzung. Leclerc du Sablon (p. 27) hebt hervor, dass, wenn die Blattstiele von Clematis Vitalba nicht als Ranken fungiren, die Fiederblätter am Grunde ihres Stieles abgeworfen werden; wenn sie aber Stützen gefasst haben, so tritt das Abwerfen der Fiedern infolge der Verholzung am oberen Ende ihrer Stiele ein und die als Ranken fungirenden Stiele verbleiben dann mit dem Hauptstiel zur weiteren Befestigung an der Pflanze. Es ist dies eine interessante Wirkung des Contactreizes. Wenn die Blattspreiten im Herbste abfallen, können die verholzten rankenartigen Blattstiele noch bis ins folgende Jahr am Stamm haften bleiben, so z. B. bei C. Vitalba. Schraubenförmiges Zusammenziehen der Rankenblattstiele ist bei Clematis nicht beobachtet.

Die untersten Blätter junger Pflanzen beziehungsweise neuer Schösslinge besitzen die Fähigkeit zu ranken nicht oder nur in sehr schwachem Grade. Bei C. calycina besitzen z. B. nach Darwin (p. 39) die jungen Pflanzen nur reizbare Hauptstiele. Erst an älteren Pflanzen werden auch die 3 Fiederstielchen länger und fähig zu ranken.

Zu der Reizbarkeit der Blattstiele treten nun noch spontane Bewegungen der kletternden Langsprosse und auch der Blätter selbst hinzu. Die ersteren führen revolutive Bewegungen aus, welche — obwohl sie bei gewissen Arten sich ähnlich wie bei Windern vollziehen und zu einzelnen Windungen um senkrecht gestellte Stützen führen können — lange nicht so regelmässig sind, dass sie der Bewegung der typischen Winder an die Seite gestellt werden können, zumal die Richtung öfters wechselt (Darwin p. 38). Bei C. Viticella, Flammula und Vitalba ist nach Darwin (p. 41) das Vermögen zu winden wieder verloren gegangen, wenn sie auch mit ihren Stengeln noch rotirende Bewegungen in beschränktem Maasse ausführen. Darwin führt dies zurück auf verminderte Biegsamkeit der Stengel und die bedeutende Grösse der Blätter. Aber man braucht, wie Prantl (Beitr. z. Morph. p. 252) ganz richtig hervorhebt, nicht anzunehmen, dass bei Clematis das Winden primär, das Ranken secundär sich eingestellt habe. Obige Arten zeigen wie die meisten Ranker nutirende Bewegung der Internodien und haben es überhaupt gar nicht zum Winden gebracht, weil Winden und Ranken sich kaum mit einander combiniren können.

Auch die Blätter führen spontane Bewegungen aus. So sind

nach Darwin (p. 36) die Stiele der jungen Blätter von C. glandulosa zuerst nach oben gerichtet, dann biegen sie sich activ langsam stark bogenförmig abwärts und können so mit dem geschaffenen Haken leicht eine Stütze festhalten. Erfassen sie keine Stütze, so biegen sie sich später wieder nach oben. Auch bei C. Viticella (s. Abb. bei Darwin p. 42), C. Vitalba u. A. bildet der Stiel des jungen Blattes mit seiner rechtwinklig nach abwärts gebogenen Spitze einen Haken, der, wenn die Blätter keine Stütze fangen, wieder gerade gestreckt wird. Ueberhaupt spreizen die zusammengesetzten Blätter der Clematis-Arten vom Stengel ab und sind dadurch geeignet, leicht mit Stützen in Berührung zu kommen. Bei C. montana stehen nach Darwin (p. 37) die Blätter in rechtem Winkel ab, bei C. Sieboldi und C. microphylla (ib. p. 38, 40, 41) und wohl vielen Anderen führen die Blätter sogar spontane revolutive Bewegungen aus, meist in einer senkrechten Ellipse.

In Brasilien treten nur wenige Clematis-Arten auf. Auf den Campos von Minas ist in Gebüschen häufig C. campestris S. Hil. mit sehr langen Blattstielen und Fiederstielen der mit 3 Fiederpaaren versehenen Blätter. Das letzte Fiederpaar und das Endblättchen sind kurz gestielt und ranken daher nicht mit ihren Stielen.

3. Die Menispermaceen, deren zahlreiche kletternde Formen sämmtlich winden, stellen keine Vertreter zu den Blattstielklimmern. Allerdings giebt Mohl (p. 40) windende Blattstiele an für Cocculus japonicus und Schumann (p. 44) für Stephania cincinnans von Kaiser Wilhelmsland. Ich habe indessen weder bei der ersten Art noch überhaupt bei Menispermaceen wirkliches Umranken von Stützen seitens der Stiele beobachtet, und wenn in der That manchmal die Basaltheile der Blattstiele etwas gekrümmt erscheinen und den Eindruck von rankenartigen Organen machen, so ist dies zurückzuführen auf geo- oder heliotropische Krümmungen der Blätter, wie sie auch bei vielen anderen Windepflanzen auftreten.

4. Die Arten der tropisch-gerontogäischen Gattung Nepenthes, ca. 35 an Zahl, vorzugsweise auf den Inseln des Malayischen Archipels einheimisch, sind grösstentheils kletternde Halbsträucher, welche sich durch ihre merkwürdige Blattbildung auszeichnen. Sie entsenden aus unterirdischen kriechenden Rhizomen Klettersprosse, die nach Göbel (Schilderung. II p. 94) oft in beträchtliche Höhe

(10 m und mehr) in die Bäume hinaufsteigen.[1]) Nach Göbel (ibid.) sollen auch einige Arten epiphytisch vorkommen.

Das vollständige Nepenthesblatt, wie es an den Langtrieben unter günstigen Wachsthumsbedingungen entwickelt erscheint, gliedert sich in die spreitenartig entwickelte, verlängerte und verbreiterte, als Assimilationsorgan fungirende Blattbasis, die allmählich übergeht in den langen, dünnen, als Ranke fungirenden Blattstiel, an dessen Ende die dem Insectenfang dienende Kanne mit ihrem Deckel als eigenthümlich umgestaltete Spreite sich ansetzt. (Näheres über die Morphologie der Nepenthesblätter bei Göbel. Vergl. Entwicklungsgesch. p. 238 und Schilder. II.) Ein solches Blatt dient also gleichzeitig drei Functionen. Indessen treten auch Blattformen auf, welche nur zwei oder nur einer der genannten Functionen dienen und dann nur die denselben entsprechenden Theile wohlentwickelt zeigen.

Zunächst ist zu bemerken, dass die Keimpflanzen allgemein eine bodenständige Rosette von Kannenblättern erzeugen, welche auf die beiden flachen Keimblätter folgen. Nach der Darstellung und den Abbildungen Göbel's (Schild. II p. 99, 100) besitzen diese primären Blätter noch keine Ranken und nur einen unbedeutenden Basaltheil, welcher gradatim an den aufeinander folgenden Primärblättern eine Verlängerung und spreitenartige Ausbildung erfährt. Uebergangsformen führen von diesen Blättern zu den vollständig differenzirten der Langsprosse, derart, dass sich zwischen Blattgrund und Kanne ein zunächst noch nicht reizbarer Blattstiel einfügt. Wie bei der Mehrzahl der Blattranker dienen also auch bei Nepenthes die Erstlingsblätter noch nicht der Kletterfunction, welche erst an den in die Höhe gehenden gestreckten Langsprossen zweckmässig erscheint.

An sämmtlichen Nepenthesblättern finden sich die Kannen wenigstens in der Anlage vor, worauf Göbel (Schild. II p. 93) besonders hinweist. Aber nicht immer, besonders bei Kultur der Pflanzen in Gewächshäusern, entwickeln sich die Anlagen; sie verkümmern und dann functionirt das Blatt nur als Assimilationsorgan und als Ranke. Allgemein scheint eine solche Verkümmerung der Kannen bei den obersten unter den Inflorescenzen stehenden Blättern der Langtriebe einzutreten.

Eine Species, nämlich Nepenthes ampullaria Jacq. (cf. Göbel l. c. p. 93) zeichnet sich dadurch aus, dass regelmässig an den

---

[1]) Habitusbild von N. destillatoria bei Kerner I p. 124.

Blättern der Langtriebe die Kannen nicht ausgebildet werden, während an bodenständigen Kurztrieben grosse, zwar gestielte aber nicht rankende und nur mit unbedeutendem Blattgrund versehene Kannenblätter auftreten (Abb. l. c. Taf. XVIII). Wir haben hier also einen Fall von ausgeprägter Arbeitstheilung und Dimorphismus der Blätter vor uns.

In anderer Weise verhalten sich verschiedene im Bonner Garten cultivirte Nepenthes-Arten. Bei diesen bestehen die untersten dicht gedrängten Phyllome der kletternden Langsprosse aus langen lanzettlichen, spreitenartigen Blattscheiden mit verkümmerten Ranken und Kannenanlagen, dann folgen solche mit kurzen, nicht rankendem Blattstiel, an dessen Ende eine rudimentäre Kanne sich befindet und durch Uebergangsstufen verbunden dann weiter nach oben die vollkommen ausgebildeten Phyllome mit spreitenartigem Blattgrund, Blattstielranke und Kanne. So verhält sich unter anderen N. Phyllamphora Willd. Die Erscheinung, dass die untersten Blätter der Langtriebe nicht ranken, entspricht dem Nichtranken der Primärblätter bei der Keimung.

Die Kannen entwickeln sich an den vollkommenen Blättern in gewissen Fällen erst dann, wenn die Ranke gefasst hat, also in Folge eines Reizes, der von der gerankten Parthie ausgeht (Sachs, Citat bei Göbel l. c. p. 97).

Die langen rankenden Blattstiele sind reizbar, rollen sich mehrmals um Stützen, verdicken sich dann und befestigen so die Pflanze und dienen zugleich als Träger der oft sehr grossen und schweren Kannen.

Entsprechend der Blattdifferenzirung besitzen junge Pflanzen noch keine Reizbarkeit der Blattstiele, wie dies Darwin (p. 62) für N. laevis und N. destillatoria hervorhebt. Die rankenden Blätter erlangen die Reizbarkeit an den Stielen während ihrer Entwicklung und ranken, so lange die Kanne am Ende noch ganz klein ist.

5. Die meisten Arten der südamerikanischen Gattung Tropaeolum sind krautige Kletterpflanzen mit langgestielten Blättern, deren Stiele im jugendlichen Stadium bis zur vollständigen Ausbildung allseitig reizbar sind.

Bezüglich der Ausbildung der Rankennatur verhalten sich die Arten zum Theil verschieden. Darwin hat (p. 47) an 7 Arten diesbezügliche Beobachtungen angestellt.

Bei den meisten kletternden Formen dürften die Stiele der ersten Blätter junger Pflanzen noch nicht reizbar sein, so z. B. T. peregrinum. Eigenthümlich verhält sich dagegen nach Darwin (p. 47) T. tricolorum var. grandiflorum, indem die jungen Pflanzen bis zu einer Höhe von 2 oder 3 Fuss noch keine echten Blätter hervorbringen, sondern an deren Stelle „Filamente“ mit zugespitzten etwas abgeplatteten Enden, welche höher am Stamme nach und nach in vollkommene Blätter übergehen. Diese Filamente, die den Blattstielen homolog sind, sind nun schon in hohem Maasse reizbar und können typischen Ranken an die Seite gestellt werden. Sie verwelken später, haben also nur für die erste Emporrichtung der jungen Stengel Bedeutung. Diese Art macht somit eine Ausnahme in der Rankenbildung. Im Allgemeinen sind es die oberen Blätter der Langsprosse, welche am ersten den Uebergang zu echten Ranken vollziehen (s. Fumariaceen).

Der Grad der Reizbarkeit ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden, sehr gross bei T. tricolorum, T. azureum, gemindert bei T. tuberosum, bei welchen die Reizbarkeit später eintritt. Bei den niedrigen buschig wachsenden Arten sind die Stiele gar nicht reizbar. Nur wenn eine Stütze erfasst und umrankt wird, was mit einer einzigen Windung gewöhnlich, von sehr langen Blattstielen (z. B. bei T. pentaphyllum) auch mit mehreren Windungen geschieht, bleibt die Krümmung dauernd und es tritt eine schwache Verdickung des Stieles ein.

Darwin (p. 48) beobachtete nun bei einer Art, T. tricolorum, spontane Bewegung des Blattes und diese Art nähert sich auch etwas den höher stehenden Blattrankern darin, dass der Blattstiel sich oft nach Verlauf einiger Zeit bis zu einem gewissen Grade spiralig aufrollt, eine Erscheinung, die sonst bei Blattklimmern nicht bemerkt wird.

Wie die Clematis-Arten zeigen auch die Tropaeola revolutive Bewegungen ihres Sprossendes, je nach den Arten in verschiedenem Maasse, und vermögen zum Theil auch Windungen um aufrechte Stützen auszuführen, sofern sie nicht darin von den rankenden Blattstielen gehindert werden. Oefters wird dadurch eine Umkehrung der Bewegungsrichtung herbeigeführt.

Während bei T. tricolorum nach Darwin (p. 47) die jungen Schösslinge nutiren und winden, kommen bei T. pentaphyllum, peregrinum keine Windungen zu Stande, obwohl auch diese nutiren. Bei T. peregrinum und T. tuberosum führen die zuerst gebildeten Internodien junger Pflanzen keine Bewegungen aus. Sehr schwach und unregelmässig ist die Bewegung an älteren Pflanzen von T.

tuberosum, bei welchen ja auch die Empfindlichkeit der Blattstiele gemindert ist.

Die Blüthenstiele der Tropaeolum-Arten sind nicht zum Ranken befähigt, sie beschreiben aber nach dem Abblühen Abwärtsbewegung und rollen sich dabei mehr oder weniger ein, wobei sie allerdings auch Stützen eine Strecke weit erfassen können, eine Erscheinung, die aber nicht auf Contactreiz zurückzuführen ist (cf. Darwin p. 51).

In Südbrasilien tritt T. pentaphyllum auf, welches in Hecken und Gesträuch hoch und sehr gut klettert mit sehr langen dünnen rankenden Stielen der 5fingrigen Blätter. (Abb. Flora brasil. XIV, 2.)

6. Wie die Fumariaceen und Clematis-Arten liefern uns auch die Mimosaceen ein vorzügliches Beispiel für den Uebergang von Blattstielklimmern zu echten Blattrankern. Neben bestachelten spreizklimmenden Sträuchern (Piptadenia, Mimosa) und neben zweigklimmenden Formen (Acacia) treten blattrankende Formen nur in der Gattung Entada auf. Ein Theil der Arten hat baumartigen oder aufrecht strauchigen Wuchs, etwa 5 Arten sind hochkletternde Lianen der Tropen.

Von der afrikanischen Entada Wahlbergii Harvey befindet sich im Berliner Herbar ein Exemplar, gesammelt auf Baikie's Niger-Expedition, welches deutliches Blattstielklimmen zur Schau trägt. Die mit langer gerader kräftiger Rhachis versehenen Blätter tragen 2 Paar von Pinnae, die ihrerseits mit einer grössern Anzahl (ca. 10) Paare von Foliola besetzt sind. Reizbar sind nur die ca. 1 cm langen Stiele der 4 Pinnae, nicht die Hauptrhachis oder die Rhachis der Pinnae. An dem vorliegenden Exemplar war ein Blatt nach unten gerichtet und hatte mit den beiden Stielen des ersten Fiederpaares den Tragspross mit einer Windung umfasst und auch das Endfiederpaar zeigte Krümmungen der Stiele, die auf Berührung mit Stützen schliessen liessen. Exemplare obiger Entada, welche Herr Prof. Schweinfurth im Lande der Djur gesammelt hatte und mir freundlichst zur Verfügung stellte, zeigten deutliches Ranken und sogar starke nachträgliche Verdickung der Pinnaestiele. Bentham[1]) giebt von dieser Art an „Petiolus communis interdum cirrifer". Es scheinen demnach auch nackte Ranken, die ich übrigens an den mir vorgelegenen Exemplaren nicht bemerkt habe, vorzukommen, und wenn dies der Fall sein sollte, so hätten wir eine Pflanze vor

[1]) Bentham, „Revision of the suborder Mimoseae" Transactions Linn. Soc. XXX p. 364.

uns, die gleichzeitig blattstielklimmt und echte Ranken besitzt. Nackte Ranken treten allgemein bei Entada scandens DC., einem in den Tropen der alten Welt sehr verbreiteten Kletterstrauche[1]) auf, ebenso bei der tropisch amerikanischen E. polystachya DC. an den Blättern auf. Die Rhachis trägt an ihrem Ende ein Paar kräftige Ranken, unter denselben in gleichen Abständen 2 Paar Pinnae, die 2—5 Paar von obovaten Foliola besitzen. Ihrer ganzen Bildung nach entsprechen diese kräftigen Ranken einem Paar Pinnae und zwar speciell den Stielen von solchen, während der obere Theil mit den Foliolis unterdrückt ist.

Die übrigen kletternden Arten verdienen noch genauere Untersuchung und lassen vielleicht auch noch Uebergangsformen zu vollkommenen Ranken erkennen.

Entada scandens zeigt nach der Keimung die Eigenthümlichkeit, dass erst eine grössere Anzahl von Blättern erzeugt wird ohne Pinnae und Foliola, sondern nur mit einem Paar von Ranken an der langen Rhachis, worauf schon p. 155 hingewiesen wurde.

7. Unter den Arten der Gattung Solanum giebt es einige schwach windende Formen. Auch unser Solanum Dulcamara, welches für gewöhnlich als Spreizklimmer zwischen Gesträuch in die Höhe geht, ist im Stande, gelegentlich zu winden.

Andere Arten jedoch haben sich zu Blattstielklimmern entwickelt, so z. B. das in botanischen Gärten vielfach cultivirte südamerikanische Solanum jasminoides Paxt., welches holzige Stämmchen entwickelt. Die jungen Blattstiele ranken, aber wie Darwin (p. 57) hervorhebt, ist sogar noch das völlig ausgewachsene Blatt im Stande, eine Stütze mit dem Stiel zu umfassen.

Die Reizbarkeit ist keine sehr grosse, und dementsprechend findet man auch gerade nicht viele Stiele eines kletternden Sprosses an Stützen befestigt. Möglich auch, dass an den einzelnen Blättern die Reizbarkeit der Stiele verschieden stark ist.

Der Blattstiel nimmt nach dem Erfassen einer Stütze bedeutend an Dicke zu und wird nach Verlauf mehrerer Wochen so hart und steif, dass er kaum von der Stütze entfernt werden kann. Er bildet infolge des Contactreizes einen geschlossenen Holzring aus (cf. Abb. Darwin p. 57; Worgitzki p. 90, Tfl. I Fig. 41—44), welcher in eigenthümlicher Weise nur die 3 stärksten Gefässbündel in der

[1]) Habitusbild der Liane in Nat. Pflanzenfam. III 3 p. 128.

Mitte vereinigt, während die beiden in den oberen seitlichen Kanten verlaufenden Bündel nicht mit in seine Bildung eingehen.

Nahe mit S. jasminoides verwandt ist das bei Blumenau häufige strauchige S. Convolvulus Sendtner, das in derselben Weise klettert. Die Blätter sind meist einfach, an stärkeren Trieben auch gelappt oder fiedertheilig. Der lange Blattstiel scheint in höherem Maasse reizbar zu sein, beschreibt oft mehrfache Windungen um Stützen, wobei Schlingenbildungen eintreten können, und verdickt sich dann beträchtlich (vgl. unsere Fig. 7 Tfl. I).

Mit gleichem Verhalten schliessen sich an beide noch einige andere brasilische Solana an, so z. B. S. fultum Schrk.

Im Vergleich zu Clematis und Maurandia sind es immer nur relativ wenige Blattstiele, die an Stützen befestigt werden.

8. Die Scrophulariaceen enthalten nur in der Gruppe der Antirrhineae blattstielkletternde und zwar krautige Arten, die den Gattungen Maurandia (incl. Lophospermum), Rhodochiton und Linaria angehören. Abgesehen von einigen Formen von Antirrhinum mit rankenden Seitenästen, treten in dieser Familie sonst keine Kletterpflanzen auf, denn die zu der Gruppe der Cheloneae gehörige Wightia ist den epiphytischen Bäumen zuzurechnen.

Maurandia (incl. Lophospermum) umfasst 5 mexikanische Arten, von denen einige, M. Barclayana, M. semperflorens, M. (Lophosp.) scandens in unseren Gärten vielfach wegen ihrer prächtigen Blüthen am Gitter oder in Form von Guirlanden gezogen werden.

Alle klettern mit Hülfe ihrer in der Jugend reizbaren Blattstiele in ausgezeichneter Weise und man findet stets, dass eine grosse Anzahl von Stielen sich um Stützen mit vollständigen Windungen herumgeschlungen und sich daselbst stark verdickt haben.

Die Enden der Sprosse beschreiben, wie Darwin (p. 52 ff.) beobachtet hat, nutirende Bewegungen, sie winden aber nicht um Stützen.

Obwohl die zahlreichen Blüthenstiele der Maurandien häufig etwas geschlängelten Verlauf zeigen, fungiren sie doch nicht als echte Ranken (Darwin p. 52), sie entwickeln sich ja auch erst an Zweigen, die schon mit den Blattstielen befestigt sind. Aber sie zeigen nach Darwin dennoch eine schwache nutirende Bewegung im jungen Zustand und sind dann auch ganz schwach reizbar für Berührung, ohne es aber zum Ranken zu bringen.

Lophospermum scandens zeichnet sich nach Darwin (p. 55) durch ein eigenartiges Verhalten aus; es macht sich bei dieser Art nämlich auch eine schwache allseitige Reizbarkeit der jungen Internodien des Stengels in ihrer ganzen Länge bemerkbar. Darwin sagt (p. 55): „Wenn ein Blattstiel einen Stab umfasst, zieht er die Basis des Internodiums gegen denselben und dann biegt sich das Internodium selbst gegen den Stab, welcher nun zwischen dem Stengel und dem Blattstiel wie zwischen den Armen einer Zange festgehalten wird. Das Internodium streckt sich später wieder aus mit Ausnahme des in factischer Berührung mit dem Stabe stehenden Theiles.“

Die Contactreizbarkeit hat sich also hier von den Blattstielen auch auf die Internodien fortgesetzt.

Die einzige mexicanische Art von Rhodochiton, volubile, rankt ebenfalls mit den sehr reizbaren Stielen junger Blätter, welche keine spontane Bewegung zeigen. Wohl aber nutiren die Sprosse und können sogar nach Darwin (p. 54) Schraubenwindungen ausführen, wobei die Windungsrichtung bald nach der einen, bald nach der anderen Richtung läuft und die zwischenliegenden Stengeltheile gerade an der Stütze in die Höhe gehen.

Die südeuropäische Linaria cirrhosa W., ein dünnstengeliges Kraut, hat ebenfalls reizbare rankende Stiele der kleinen einfachen Blätter, wie schon Palm (p. 63) angiebt. Palm giebt auch an, dass die Blattstiele von L. Elatine ein wenig denen der vorigen Art sich nähern, doch habe ich an diesen Pflanzen nie wirkliches Ranken beobachtet und bezweifle auch dessen Eintreten, da die Blätter sehr kurz gestielt sind. Auch L. cirrhosa hat kurze Stiele, welche nicht immer ranken. —

Besonderes Interesse verdient die Thatsache, dass auch innerhalb der Gattung Antirrhinum rankende Formen auftreten, dass aber bei diesen nicht die Blattstiele, sondern kurze, dünne, mit hochblattähnlichen Laubblättern besetzte Seitenäste der Langsprosse Reizbarkeit gegen Berührung mit Stützen erlangt haben. Diese Formen gehören daher zu den Zweigklimmern, unter denen sie die einzigen krautigen und extratropischen Vertreter vorstellen. Sie sollen indessen schon an dieser Stelle im Anschluss an die übrigen kletternden Antirrhineen besprochen werden. Die hierher gehörigen Formen sind keine eigentlichen Kletterpflanzen, da ihr Stengel keine bedeutende Höhe (höchstens einige Fuss) erreicht. Die rankenden Seitenäste unterstützen den zwischen andern Kräutern oder in Hecken aufsteigenden Stengel.

Zunächst ist Antirrhinum majus L. an dieser Stelle zu erwähnen, welches die genannte Erscheinung, soweit ich an den Exemplaren des Berliner Herbars bemerken kann, aber nur in seinen Varietäten β. angustifolium und γ. ramosissimum Willk. u. L. zeigt. Diesen beiden schliessen sich die nahe verwandten ebenfalls mediterranen A. tortuosum Bosc. Chav. und A. siculum Ucr. und vielleicht noch einige Andere an. Der aufsteigende Hauptstengel dieser Formen ist unterwärts mit schmallanzettlichen Blättern besetzt und endigt in einen Blüthenstand. Aus den Achseln der Laubblätter entspringen nun dünne Seitenzweige von einigen cm Länge, die mit kleinen Laubblättchen besetzt sind und, mit Reizbarkeit ausgestattet, rankenartige Krümmungen ausführen, wie es Fig. 8 Tfl. I für A. majus β. angustifolium, nach einem von Boissier in Syrien gesammelten Exemplar gezeichnet, zur Darstellung bringt.

Auch einige nordamerikanische Arten der Gattung gehören hierher, wie z. B. das Antirrhinum nutallianum Benth. aus Californien, dessen Stengel aus den Blattachseln neben den zartgestielten Blüthen solche reizbaren Seitenzweige treibt, aber wie bei A. majus sind nicht alle Exemplare damit ausgestattet. Manche wachsen mit geradem nicht rankenden Stengel aufwärts.

Es scheint, als ob der Standort von Einfluss ist auf das Hervortreten der Eigenschaft zu ranken.

Solche Formen wie die rankenden Antirrhinum-Arten haben Interesse in phylogenetischer Hinsicht, indem sie als Ausgangsformen für vollkommene Rankenpflanzen angesehen werden können. Sie zeigen, dass die Fähigkeit des Rankens ziemlich unvermittelt an gewissen Individuen einer Art zum Vorschein kommen kann. Dieselbe Erscheinung wurde auch bereits für Fumaria officinalis und unter den Windern für Solanum Dulcamara u. a. erwähnt.

9. Zu den Blattstielklimmern gehören vielleicht auch einige brasilische Arten der Compositen-Gattung Mikania, bei denen die Blattstiele an der Basis oft rankenähnliche Krümmungen zeigen, vielleicht auch einige Convolvulaceen (Ipomoea), indessen bedarf es bei diesen im übrigen windenden Formen noch des wirklichen Nachweises der Reizbarkeit für Contact mit Stützen, da die Krümmungen auch von geo- oder heliotropischen Bewegungen herrühren können.

3. Blattspitzenklimmer.

Hierher gehören nur monocotyle Gewächse mit schmalen linealen oder lanzettlichen, am Grunde breit ohne Stiel angehefteten Blättern, die sich nach oben verjüngen und nun die verlängerte Blattspitze rankenartig ausgebildet haben.

1. Die vollkommenste Liane ist in dieser kleinen Gruppe die zu der artenarmen Familie der Flagellariaceen gehörende Flagellaria indica L., die als hochkletterndes Gewächs im tropischen Asien und Afrika einheimisch ist.

Die lanzettlichen Spreiten der sitzenden Blätter der Langtriebe laufen allmählich sich verjüngend in je eine lange sich spiralig um Stützen aufrollende Endranke aus.[1])

Darwin (p. 61) hat eine junge 12 Zoll hohe, 15 Blätter tragende Pflanze beobachtet und constatirt, dass diese Erstlingsblätter noch nicht in ein rankenähnliches Filament ausgezogen waren, und dass der Stengel in diesem Stadium auch keine revolutiven Bewegungen ausführt. Die Fähigkeit zu klettern tritt erst später ein. An den Langtrieben gehen die rankenden Blätter bis unter die Inflorescenz hinauf.

Merkwürdig ist die Thatsache, dass bei Flagellaria im Gegensatz zu allen übrigen Blattspitzenrankern die morphologisch obere Seite des Blattendes reizbar ist, also später concav wird. Die Spitzenranke hat elliptischen Querschnitt, die Reizbarkeit ist nur auf diesen Theil beschränkt. Wenn die sensible Spitze in Berührung mit einer Stütze kommt, rollt sie sich mit mehreren engen Spiralwindungen ein; findet sie aber keine Stütze, so vertrocknet und fällt die Spitze ab. (Vgl. Leclerc du Sablon Fig. 20 Taf. III.) Die befestigte Ranke verdickt sich nachträglich sehr stark durch Vergrösserung der Parenchymzellen auf der concaven Seite.

2. Unter den Liliaceen treten Blattspitzenklimmer auf in der Gruppe der Uvularieae, und zwar unter 8 Gattungen in 2, nämlich Gloriosa[2]) mit 3 Arten des tropischen Afrika und Asien und Littonia[3]) mit 2 Arten in Angola und Natal.

Bei diesen Arten ist die Unterseite der rankenartigen Verlängerung der lanzettlichen sitzenden Blätter reizbar und wird concav.

---

[1]) Gutes Habitusbild in Nat. Pfl.fam. II 4 p. 2.

[2]) Abb. von Gloriosa virescens Lind. in Nat. Pfl.fam. II 5 p. 26.

[3]) Abb. von Littonia modesta in Nat. Pfl.fam. II 5 p. 25.

Wie Darwin an Gloriosa Plantii (p. 60) beobachtet hat, hat das Blatt anfangs aufrechte Stellung; geht es aus dieser in die geneigte über, dann krümmt sich die Spitze hakenartig ein und wird an der Unterseite empfindlich. Ergreift der Haken keine Stütze, so bleibt er offen und eine Zeit lang empfindlich, um sich dann schliesslich langsam unter Verlust der Reizbarkeit einzurollen.

Die jungen Pflanzen tragen Erstlingsblätter mit nur wenig verschmälerten, keine Haken bildenden und auch nicht empfindlichen Spitzen, und ebenso beobachtete Darwin, dass die Blätter am Gipfel einer erwachsenen und blühenden Pflanze keine Reizbarkeit mehr besitzen. Es entspricht dieses Verhalten demjenigen der meisten Bignonieen und anderer Blattranker, bei denen unter den Blüthen auch wieder normale Blätter erscheinen.

Der Stengel führt unregelmässige nutirende Bewegungen aus, die indessen an den jungen Pflanzen noch nicht hervortreten.

3. Blattspitzenkletterer treten innerhalb der Familie der Liliaceen ferner auf innerhalb der Gattung Fritillaria. Die 3 orientalischen Arten F. cirrhosa Don., F. verticillata W. und F. ruthenica Wickstr. sind allerdings kaum zu den Lianen zu zählen, da sie nur 1—2 Fuss hoch werden, sie befestigen ihren relativ dünnen Stengel indessen, wenn Stützen zur Verfügung stehen, genau in derselben Weise wie die oben genannten Gewächse mit Hülfe von endständigen, auf der Unterseite reizbaren Ranken der breit linealen Blätter. Besonders sind es die dicht unter der Blüthe stehenden hochblattähnlichen Laubblätter, welche in lange, sich spiralig aufrollende Ranken auslaufen. Die wenigen unteren Stengelblätter zeigen die Erscheinung in geringem Maasse. Am ausgeprägtesten hat F. ruthenica an den obersten quirlständigen Blättern die Rankennatur entwickelt.

4. Anhangsweise ist hier auch einer epiphytischen Bromeliacee Argentiniens zu gedenken, von welcher Schimper (Taf. V) eine Abbildung giebt. Es ist die Tillandsia circinalis, deren etwas verlängerter Stengel am Grunde mit einigen Haftwurzeln befestigt ist und schmale mit ihren verlängerten Enden an Stützen sich spiralig aufrollende Blätter trägt. Auch hier wird die morphologische Unterseite concav.

§ 7.

Blattranker.

Nur 9 Familien stellen Vertreter zu dieser Gruppe der Rankenpflanzen, darunter allerdings 4, nämlich die Smilaceen, Papilionaceen, Bignoniaceen und Cucurbitaceen eine sehr grosse Artenanzahl. Die Rankenbildung bleibt innerhalb desselben Verwandtschaftskreises im Wesentlichen dieselbe, nur bei den Bignoniaceen tritt uns bei gleicher morphologischer Bedeutung eine grössere Formenfülle entgegen, da hier einige Gattungen sich durch Besonderheiten an den Ranken auszeichnen.

1. Die einzigen monocotylen Blattrankenträger finden sich unter den Smilaceen, und zwar in den Gattungen Smilax (mit 200 Arten, meist tropisch) und Heterosmilax (5 Arten in Ostindien, Malayischem Archipel, China und Japan), während die dritte Gattung Rhipogonum (mit 5 ostaustralischen und 1 neuseeländischen Art) kletternde Sträucher ohne Ranken umfasst,[1]) ein prägnantes Beispiel dafür, dass selbst in engem Verwandtschaftskreise verschiedene Klettermodi sich herausbilden können.

Die rankenden Smilaceen nehmen eine besondere Stellung ein durch den morphologischen Werth ihrer Ranken, die als metamorphosirte Blattscheidenzipfel zu zweien etwas über dem Grunde des Blattstiels an dessen scheidenartig erbreiteten Seiten entspringen. Diese Organe haben in jeder Beziehung die Eigenschaften typischer Fadenranken.

An den tropischen waldbewohnenden Arten sind die Ranken bedeutend länger und besser für ihre Function eingerichtet als an den in trockenen Landschaften einheimischen, beispielweise den in Savannengebüsch oder am Strande wachsenden Arten, an denen die Rankenbildung zum Theil zurücktritt. Auch die in den Maquis des Mediterrangebiets auftretende Smilax aspera[2]) kann sich nicht mit den bis in hohe Bäume emporkletterternden Tropenbewohnern messen.

Das Verhalten der Smilax-Ranken hat Darwin bei S. aspera näher beobachtet. Die Ranken stehen anfangs nahezu aufrecht und divergiren etwas von einander. Sie sind auf der Unterseite reizbarer als auf der Oberseite. Später aber biegen sie sich langsam rückwärts und abwärts, so dass sie nach einiger Zeit auf der entgegengesetzten Seite des Stammes vorspringen. Sie sind dabei immer noch reizbar

[1]) cf. Nat. Pfl.fam. II 5 p. 87.
[2]) Abb. in Kerner I p. 650.

und vermögen so eine Stütze hinter dem Stengel zu erfassen. Auf diese Weise sind die Pflanzen im Stande, an einem dünnen aufrechten Stab in die Höhe zu steigen. Tritt kein Erfassen von Stützen ein, so kreuzen sich schliesslich die Ranken (Darwin p. 92 Fg. 7). Die Empfindlichkeit wird lange beibehalten. Weder die Internodien noch die Ranken haben irgendwelche eigenthümliche nutirende Bewegung. Nach der Befestigung tritt spiralige Einrollung ein. Wie bei vielen Rankern tragen bei Smilax die ersten Blätter junger Pflanzen noch keine Ranken und bei vielen treten auch an den Blättern der blüthentragenden Aeste keine solchen Organe auf.

An einer bei Blumenau häufigen Art beobachtete ich, dass die Rankenbildung der Entfaltung der Blattspreite ganz bedeutend vorauseilt. Mehrere Meter lange Schösslinge kamen aus dem unterirdischen Rhizom hervor und trugen auf weite Strecken oberwärts nur lange Ranken, die Spreiten waren alle noch winzig im Knospenstadium. Die tropischen Smilax-Arten sind zum Theil ausgezeichnete Ranker.

Bei den dicotylen Blattrankern haben die Ranken nie die morphologische Natur von Blattscheidentheilen, sondern sind modificirte Blattstiele mit abortirter Spreite oder entsprechen der Blattrippe.

2. 3. Die hierhergehörigen Formen der Ranunculaceen und Fumariaceen sind bereits unter den Blattkletterern erwähnt.

4. Von den Papilionaceen zeichnet sich die Gruppe der Vicieae, und zwar die Gattungen Cicer, Vicia, Lens, Lathyrus, Pisum durch echte Blattranken aus, während die Gattung Abrus, die nach Bentham und Hooker auch hierher gezogen wird, windende Stengel besitzt und an Stelle der endständigen Ranke an dem gefiederten Blatt nur einen kleinen borstenförmigen Fortsatz, eine sog. Setula, wie sie vielfach an den Fiederblättern der Leguminosen vorhanden ist, aufweist.

Die Vicieen haben bis auf wenige Ausnahmen gefiederte Blätter, deren Rhachis in eine einfache oder mit seitlichen einfachen Aesten versehene verzweigte Ranke ausläuft. Beide Theile des Blattes, der assimilirende und der rankende, sind scharf abgesetzt. Im ersten Fall entspricht die einfache Ranke morphologisch dem Endfiederchen, speciell dessen Mittelrippe, bei den zusammengesetzten Ranken ent-

spricht jeder Rankenast einem Fiederblättchen, der endständige Ast wiederum dem Endfiederchen.

Einfache Ranken haben z. B. Ervum gracile, Vicia cassubica, Lathyrus sphaericus. Meist sind die Ranken jedoch verzweigt, 3- oder 5 gabelig, bei einigen sogar 7 gabelig (Vicia villosa, Pisum sativum), wobei Variationen in der Zahl der Rankenäste vorkommen.

Als vollkommenste kletternde Formen unter den Vicieen sind solche wie Pisum sativum, Vicia pisiformis, dumetorum, Lathyrus articulatus, heterophyllus, silvestris, latifolius, mit hochkletternden krautigen Stengeln und gut ausgebildeten Wickelranken anzusehen, und von diesen ausgehend sind alle Uebergänge bei den einzelnen Arten der Gattungen bis zu sehr unvollkommenen Kletterkräutern mit ganz kurzen einfachen Ranken anzutreffen.

Besonderes Verhalten zeigt Lathyrus aphaca mit seiner einfachen Fadenranke, an deren Grunde 2 grosse Nebenblätter stehen. Hier ist die Bildung von Fiederblättchen in der unteren Region des Blattes unterblieben.

Die Vicieen bieten in Bezug auf die Rankenbildung phylogenetisches Interesse, und daher mag es gestattet sein, hier etwas näher auf die Blattmetamorphose einzugehen.

An den Keimpflanzen der Vicieen treten zunächst rankenlose Primärblätter auf, dann folgen Blätter mit wenigen Fiederpaaren und rudimentärer Ranke, die dann successive in die vollkommenen mit endständigen Ranken versehenen oberen, zahlreiche Fiederchen tragenden übergehen.

Etwas abweichend liegen die Verhältnisse bei Lathyrus aphaca. An mehreren mir vorliegenden jungen Pflänzchen folgen auf die hypogäischen Cotyledonen 2 winzige 3 spaltige Schüppchen als Erstlingsblätter, deren Mittelzipfel die Spreite repräsentirt, während die Seitenzipfel die Nebenblätter vorstellen. Aus diesen Schuppenblättern verzweigt sich die junge Pflanze sehr bald. Dann folgen am Hauptspross 2 Blätter mit je 2 kleinen Nebenblättchen und mit einer aus einem Paar von Fiederblättchen bestehenden Spreite, die zwischen den Fiedern in ein winziges borstenförmiges Endzipfelchen, eine sog. Setula, endigt. Darauf folgen Blätter, an denen die beiden Nebenblätter successive grösser werden und die Blattlamina nur von einer kleinen Setula repräsentirt wird, die Fiederblättchen sind hier vollständig verschwunden. Diese Blätter gehen nach oben über in die vollkommenen mit grossen Nebenblättern

und langen einfachen, der Setula entsprechende Fadenranken. Wir haben hier somit zweierlei Erstlingsblätter. Aus dieser Blattfolge folgt als wahrscheinlich, dass L. aphaca, wie Göbel (Vgl. Entw. p. 257) hervorhebt, ursprünglich gefiederte Blätter denen anderer Lathyrus-Arten entsprechend besass, dass sie aber, nachdem sie zur Rankenpflanze wurde, die Fiederblättchen bis auf das als Ranke zurückbleibende Endfiederchen reducirte und gleichzeitig die Nebenblätter entsprechend grösser ausbildete. Nur bei der Keimung kommen die ursprünglichen Fiederblätter noch zum Vorschein, wie es ja auch der Fall ist bei den Acacien mit Phyllodien.

Lathyrus Ochrus zeigt ebenfalls eine interessante von L. aphaca aber abweichende Blattfolge.[1]) Die vollkommenen oberen Blätter besitzen eine doppelte oder dreitheilige und endständige Ranke, unter diesen 2 oder 1 Paar Fiederblättchen, die in ungleicher Höhe inserirt sind. Der Blattstiel ist bis zum untersten Fiederpaar breit geflügelt, so dass man diesen Theil auch als Blattgrund bezeichnen kann; die Flügel ziehen sich verschmälert am Stengel bis zum nächsten Knoten hinab und auch als schmale Erbreitung hinauf bis zum zweiten Fiederpaar, bezw. den Abgangsstellen der Ranken. Die Nebenblätter sitzen als 2 kleine Spitzchen an den seitlichen Flügeln des Blattstiels in der Höhe der Blattinsertion. Die an der jungen Pflanze auftretenden Blätter nun sind einfach, lanzettlich, entsprechen morphologisch dem flügelartig erbreiterten Blattstiel der vollkommenen Blätter und tragen an ihren Enden eine kurze Borste, die allein die Spreite vorstellt und an den höheren Blättern eine längere und rankenartigere wird. Von diesen untern Blättern, die in grösserer Anzahl entwickelt werden (an einer 30 cm hohen Pflanze waren sämmtliche 17 Blättter noch derart beschaffen), sind bereits einige an der Spitze 2- oder 3 spaltig, jeder Zipfel mit rudimentärer Ranke. Sie gehen nun weiter oben gradatim in die gefiederten und rankentragenden vollkommenen Blätter über. Aehnliche Verhältnisse herrschen auch bei Lathyrus Clymenum und L. articulatus.

Verwandt mit diesen Arten ist nun Lathyrus Nissolia, welcher keine Ranken mehr besitzt, aber, wie Darwin (p. 154) wohl richtig vermuthet, von einer rankentragenden Art sich abgeleitet hat. Bei Vergleich von L. Nissolia mit L. Ochrus finde ich, dass übrigens Darwin die Sachlage nicht richtig dargestellt hat.

---

[1]) Vgl. Göbel, Jugendzust. p. 31. — Kaufholz p. 26.

Die einfachen grasähnlichen sog. Blätter von L. Nissolia sind nämlich keineswegs den einfachen Ranken von L. aphaca homolog und nicht aus solchen, wie Darwin es will, durch Erbreiterung unter Aufgeben des Rankens entstanden zu denken. Sie entsprechen vielmehr ihrer ganzen Bildung nach vollständig den ähnlich gestalteten lanzettlichen Erstlingsblättern von Lathyrus Ochrus, sind somit aufzufassen als spreitenartig ausgebildete Blattstiele, wie auch Irmisch (Flora 1855) hervorhebt, oder, wenn man will, als Blattgrund mit unterdrücktem Oberblatt. An ihrer Basis sitzen 2 winzige rudimentäre, pfriemenförmige Nebenblättchen. Als einziger Ueberrest der Blattspreiten bezw. Ranken ist die kleine borstenförmige Verlängerung der Spitzen des Phyllodiums anzusehen. Bei L. aphaca hat die Blattmetamorphose einen anderen Weg eingeschlagen. Hier haben sich die Nebenblätter auf Kosten der Blattlamina vergrössert.

Da Darwin die Blattrankenträger von Blattklimmern und diese von Windepflanzen ableitet, so ist er auch der Ansicht (p. 154), dass L. Nissolia wahrscheinlich in letzter Instanz von einer Windepflanze abstammt. Diese Annahme halte ich aus oben auseinandergesetzten Gründen (p. 160) nicht für zutreffend.

Ausser Lathyrus Nissolia giebt es noch andere Arten in den sonst rankenden 5 Gattungen, welche als aufrechte oder niederliegende Kräuter wachsen. An Stelle der endständigen Ranke tritt nun allgemein bei diesen Arten zwischen dem obersten Fiederpaar eine Setula als borstenförmiges, zuweilen auch etwas abgeplattetes Organ auf, das ein rudimentäres oder nicht zur Entwicklung gelangtes und auf seiner Mittelrippe reducirtes Endfiederchen vorstellt. Wird diese Setula länger und mit Contactreizbarkeit ausgestattet, so ist der Uebergang zu den Ranken gegeben.

Eine Setula haben beispielsweise die Blätter von Vicia faba, V. Orobus, Evum Ervilia, Lathyrus sectio Orobus. Bei Vicia argentea findet sich sogar an Stelle der Setula ein wohlentwickeltes Endfiederchen.

Andere Arten nehmen eine Mittelstufe ein, indem bei ihnen die Blätter meist mit Setula versehen sind und nur die obersten eine fadenförmige, aber nicht sehr entwickelte Ranke tragen, so z. B. Ervum lens, Ervum nigricans, Lathyrus sphaericus u. a., wobei natürlich Schwankungen je nach dem Standort auftreten.

Eine solche Mittelstufe nimmt auch die alpine Vicia pyrenaica ein, welche bald niederliegende Stengel treibt mit Blättern, die in eine kurze Setula auslaufen, bald etwas höheren Wuchs

erlangt und dann eine einfache, 2- oder 3gabelige kurze Ranke an den mittleren Stengelblättern erzeugt. Alle Uebergänge sind vorhanden. Für diese Art speciell ist die Abstammung von einer vollkommenen Rankenpflanze wohl nicht zu bezweifeln. Mit dem Uebergang zu alpinem Standort ging die Rankenbildung naturgemäss zurück, und andererseits ist der alpine Standort durchaus ungeeignet, eine Pflanze zu kletternder Lebensweise zu veranlassen, so dass sich schon aus diesem Grunde schliessen lässt, dass V. pyrenaica nicht etwa in der Entwicklung zu einer vollkommenen Rankenpflanze begriffen ist, sondern eine in dieser Beziehung reducirte Form darstellt.

Für die meisten nicht rankenden Vicieen ist mir die Ableitung von den rankenden auf ähnlichem Wege sehr wahrscheinlich, aber nicht für alle, denn Orobus z. B. könnte auch ebenso gut auf der Stufe der Ausgangsformen der rankenden Arten stehen geblieben sein, und es ist nicht nöthig, die Setula hier als rudimentäre Ranke anzusehen. Setula, Ranke und Endfiederchen sind homologe Gebilde. Wo die Entwicklung der Ranke gehemmt ist, wie an den Primärblättern, oder wo das Endfiederchen sich nicht entfalten kann, erscheint die Setula, und da diese auch als Ausgangsorgan zu betrachten ist, aus der die Ranke sich entwickelte, so kann man nicht behaupten, dass die rankenden Vicieen sich von Blattkletterern ableiten. Darwin glaubt, dass alle Blattranker aus Blattkletterern hervorgegangen seien. Diese Ansicht mag zutreffen für die Fumariaceen, Clematis, Cobaea, Entada, kann aber nach Obigem nicht für die Vicieen gelten.

Ueber die spontanen Bewegungen der Sprosse und Ranken, sowie über den Grad und die Vertheilung der Reizbarkeit bei den Vicieen sind nur wenige Beobachtungen bis jetzt angestellt worden. Die Ranken von Pisum sativum sind auf der unteren Fläche sehr empfindlich, auf der oberen kaum oder nicht, die von L. grandiflorus sind sensitiv auf der concaven Seite, während die langen fadenförmigen Ranken von L. aphaca allseitig empfindlich sind unter Bevorzugung der concaven Seite des Spitzenendes. Bei den Arten mit sehr feinen dünnen Ranken dürfte allseitige Reizbarkeit vorherrschen, bei solchen mit dicken Ranken nur die Unterseite sensibel sein. Stengel und Ranken nutiren bei vielen Arten. L. aphaca indessen hat nach Darwin (p. 89) nur nutirende Indernodien, während die Ranken nicht nutiren, aber anfangs in einem Winkel von 45° aufwärts stehen, dann horizontal und schliesslich abwärts sich richten.

5. Unter den Mimosaceen enthält nur die Gattung Entada Kletterpflanzen mit echten Blattranken, E. scandens DC., E. polystachya DC. z. B., neben blattstielrankenden Formen. Die Ranken haben hier morphologisch eine von denen der Vicieen abweichende Bildung. Näheres darüber vergleiche im vorigen § p. 174 bei der Besprechung der blattstielklimmenden Mimosaceen.

6. Hochentwickelte Blattranken begegnen uns ferner unter den Polemoniaceen (mit 8 Gen.) in der amerikanischen Gattung Cobaea (mit 5 Arten).

Die vielfach bei uns als Zierstaude cultivirte Cobaea scandens, welcher sich die übrigen Arten mit gleichem Verhalten anschliessen, ist einer der ausgezeichnesten Ranker, die es geben mag und wird in Vollkommenheit der Ranken nur noch von Cucurbitaceen übertroffen. Die ausgebildeten Stengelblätter haben 2 grosse Nebenblätter an der Basis und tragen an kräftigem Blattstiel 2 Paar Fiederblätter. Die Rhachis läuft in eine reich verzweigte Endranke aus, die letzten Auszweigungen derselben sind kurz und tragen an ihrer Spitze sich gabelnd ein doppeltes Widerhäkchen. Solcher Häkchen zähle ich an einem Blatt ca. 100. Sie sind in hohem Maasse wirksam beim Erfassen der Stützen, die dann von den Rankenästen umrankt werden.

Wie Göbel (Vgl. Entw.gesch. p. 431) entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen hat, stellen diese kleinen Krallen den letzten Rest der Fiederspreiten dar, während die Rankenarme die verlängerten verzweigten Fiederstielchen repräsentiren. Die Ranken haben also ganz anderen morphologischen Werth als bei den Vicieen.

Während die 4 Fiederblättchen ungetheilt bleiben, verzweigen sich die ihnen entsprechenden Rankenäste vielfach. An den Primärblättern finden wir an Stelle der ganzen vieltheiligen Ranke ein einfaches breites Endblättchen. Mit der Uebernahme der Function des Rankens ist also hier eine reiche Ausgliederung des Blattes Hand in Hand gegangen.

Während die Internodien und auch die Blattstiele sich nicht bewegen, nutiren, wie Darwin (p. 83) nachgewiesen hat, die Ranken bereits, bevor sie reizbar geworden sind. Im reizbaren Zustand stehen sie vertical aufrecht, die Fieder- und Nebenblättchen haben dann noch nicht ihre definitive Grösse erreicht und der Sprossgipfel ist seitwärts abgebogen, um der in grossen Kreisen mit divergirenden Zweigen nutirenden Ranke nicht im Wege zu stehen. Mit Ausnahme

der basalen Rankenparthie ist die ganze verzweigte Ranke allseitig in hohem Maasse reizbar und zieht sich sehr bald nach dem Erfassen von Stützen spiralig zusammen. Nicht nur mit den Stützen, auch mit Theilen derselben Pflanze kommen die Ranken in Berührung, und häufig trifft man zwei oder mehrere Ranken in dichtem Knäuel zusammengewunden. Wächst die Pflanze zwischen Gesträuch, so wird man fast nie eine noch freie Ranke antreffen. Durch den Wind kommen die zahllosen Rankenäste bald mit Stützen in Berührung und haften mit den Widerhäkchen leicht überall an.

7. Die mannigfaltigsten Formen von Blattranken treten bei den Bignoniaceen auf. Diese Familie umfasst neben wurzelkletternden Arten (Tecoma radicans z. B.), Windern (Pandorea australis) und Epiphyten (Schlegelia) eine grosse Anzahl von Gattungen mit Blattranken, die fast sämmtlich zur Tribus Bignonieae gehören. Nur die Gattung Tourretia mit verzweigten Blattranken gehört zu der Tribus der Tecomeae und Eccremocarpus zu der Tribus der Jacarandeae.

Was zunächst die fast ausschliesslich im wärmeren Amerika einheimische Gruppe der Bignonieae anbelangt, so trägt bei den hierher gehörigen rankenden Arten der dicke Blattstiel zunächst ein wohlentwickeltes Fiederpaar und verlängert sich dann in eine endständige einfache oder 3theilige oder seltener auch 2—3fach dreitheilige oder noch complicirtere Ranke. Die reichste Verzweigung der Ranke scheint Anisostictus capreolata zu besitzen. Nur bei wenigen Formen (z. B. Pleonotoma) sind die beiden Fiederblätter ihrerseits wieder einfach oder doppelt gefiedert.

Wie bei Cobaea dürften auch hier die Rankenzweige den morphologischen Werth von Fiederstielchen besitzen und die Spreite zu einem kleinen Spitzchen reducirt sein. Es bedarf aber dieser Punkt noch näherer Untersuchung unter Zuhülfenahme von Zwischenformen zwischen rankenden und nicht rankenden Blättern, welche in Folge der ausgeprägten Differenzirung für gewöhnlich nicht auftreten. Eine solche Zwischenform habe ich in Fig. 9 Taf. II abgebildet von Arrabidaea brachypoda Bur., die als Campospflanze mit einfachen Blättern nur ausnahmsweise 3zählige halbrankende Blätter erzeugt. An diesem Blatt erscheint der Stiel des Endfiederchens auf Kosten der Spreite bedeutend verlängert.

An den Keimpflanzen, sowie in der Regel an den untersten Knoten der Langtriebe, an kurzen Laubtrieben und häufig auch

unter den Inflorescenzen sind die Blätter rankenlos und tragen an Stelle der Endranke ein einfaches Fiederblatt, oder sie sind ganz einfach. Bureau sagt in seiner Monographie (p. 157), dass nach seiner Ansicht die meisten, wenn nicht alle Bignonieen im Jugendstadium einfache Blätter besitzen, wie er es speciell von Bignonia Tweediana angiebt. Aehnliches Verhalten in Bezug auf das Auftreten der Kletterorgane zeigen auch viele andere Vertreter der Ranker.

Die Ranken der Bignonieen lassen sich hinsichtlich ihrer besonderen Ausbildung in 3 Gruppen unterbringen.

a) Wohl die Mehrzahl der Gattungen besitzt einfache oder 3gablige, zuweilen auch noch mehr getheilte Ranken von gewöhnlichem Habitus und Verhalten der Fadenranken.

Einfache Fadenranken finden sich bei

Arrabidaea	agnus castus DC.	Panterpa	leucopogon Miers
—	subincana Mart.	Stizophyllum	perforatum Miers
—	conjugata Mart.	Cremastus	pulcher Miers
—	chica Bur.	Cuspidaria	pterocarpa DC.
Lundia	umbrosa Bur.	Adenocalymma	comosum (Cham.)
—	obliqua Sond.	—	acutissimum (Cham.)
—	cordata DC.	—	marginatum DC.
Fridericia	speciosa Mart.	Callichlamys	riparia Miq.
Phryganocydia	corymbosa Bur.	Clytostoma	callistegioides Bur.

An der Spitze 3gablige Ranken mit langem Hauptstiel treten auf bei

Tynanthus	labiata Miers	Pleonotoma	tetraquetra Bur.
—	cognata Miers	Anemopaegma	racemosum Mart.
Lundia	nitidula DC.	Amphilophium	spec. von Blumenau
Pyrostegia	ignea Presl.		

Darwin hat an verschiedenen hierher gehörigen Arten Beobachtungen angestellt.

Er fand sowohl bei den mit dreigabligen Ranken versehenen Bign. venusta (= Pyrostegia ignea Presl.) und B. aequinoctialis (= Cydista aequin. Miers), als auch an der mit einfachen Ranken versehenen B. speciosa (= Fridericia speciosa Mart.) u. a., dass sowohl die Internodien als auch die Ranken zugleich mit den Blattstielen revolutive Bewegungen ausführen. B. venusta vermag sogar um aufrechte Stäbe Windungen auszuführen. Ich habe indessen diese Art in der Natur nie winden gesehen.

Allseitig reizbar ist an der Ranke von B. venusta der Träger der 3 Aeste, welche nur auf der Unterseite reizbar sind. Die Reiz-

barkeit geht bei keiner Art auf den Blattstiel unterhalb des Fiederpaares über. Denselben habe ich nie um Stützen gerankt beobachtet.

Die Ranken entwickeln sich frühzeitig am Blatt und sind schon fast ausgebildet und in voller Thätigkeit, wenn die Blattfiedern noch klein sind. Nach dem Erfassen der Stütze rollen sie sich mehr oder weniger ein. Das Basalstück kann aber auch gerade bleiben, ebenso wie es allgemein der rechtwinklig abstehende Blattstiel thut. Es tritt dann eine nach den Arten verschieden starke Verdickung und Verholzung der ganzen Ranke sammt Blattstiel, besonders an der gerankten Parthie ein. Die Ranke hat längere Lebensdauer als die Fiederblättchen. Bei einigen Arten ist diese nachträgliche Verdickung eine enorme und dauert noch an, nachdem die Fiederblättchen abgeworfen sind. So zeigt bereits Arrabidaea conjugata Mart. (Fig. 10 Taf. II) eine namhafte Verstärkung der alten einfachen Ranken (die Figur stellt zugleich zwei rankenlose 3zählige Blätter eines seitlichen Kurztriebes dar). Bei Callichlamys riparia Miq. kann, wie Fig. 11a und 11b Taf. II zeigen, die Ranke nebst Stiel sogar zu einem sehr kräftigen holzigen Klammerorgan werden, wie sie in ähnlicher Weise bei Zweig- und Hakenklimmern uns wieder begegnen werden. Es stellt dies wohl den extremsten Fall vor von einer durch Contactreiz hervorgerufenen secundären Verdickung eines Organs von Phyllomnatur, denn nicht befestigte Ranken erfahren keine weitere Verdickung, sondern fallen in der Regel bald ab.

b) Eine besondere Form der Bignonieen-Ranken findet sich ausgeprägt bei Bignonia unguis L. und einigen verwandten Arten, ferner bei Macfadyena Tweediana Gris., Dolichandra cynanchoides Cham., die vielleicht sämmtlich einander systematisch nahe stehen. Alle diese Arten haben eine 3spaltige kurze Endranke, welche die Form eines 3kralligen Vogelfusses nachahmt. Die einzelnen Krallen sind hart und kräftig, in der Mitte etwas dicker und endigen in eine scharfe rückwärts gerichtete Spitze, der Stiel der 3 Krallen ist verschieden lang bei den Arten, übertrifft aber nur selten an Länge die Krallen, auch ist der Blattstiel kurz und die Blattfiedern sind im Vergleich zu den übrigen Bignonien klein.

Fig. 12a, b, c Taf. II stellen solche Krallenranken in verschiedenen Altersstadien dar von einer in der Provinz St. Catharina häufig an Waldbäumen oder Felswänden emporkletternden Art, welche der Bignonia unguis L. nahe verwandt ist, sich aber durch

andere Blüthe und durch Behaarung unterscheidet und als Bignonia catharinensis bezeichnet werden soll. Fig. 12a zeigt fertig entwickelte Rankenblätter eines Langtriebes, in deren Achseln seitliche Langtriebe mit noch jungen Rankenblättern sitzen. Die Blattstiele krümmen sich frühzeitig in eigenthümlicher Weise nach rückwärts. Fig. 12b und c stellen ältere Ranken dar, an denen die Fiederpaare bereits abgeworfen sind. Zugleich ist aus Fig. 12c zu ersehen, dass secundär unter den Knoten seitliche lange verzweigte adventive Haftwurzeln sich gebildet haben, mit denen die Langtriebe an ihr Substrat, Baumstämme oder Felswände, befestigt werden. Auch bei Bignonia unguis L. findet sich diese Combination von Ranken und Wurzelklettern.

Bignonia catharinensis fand ich bei Blumenau und Joinville, Bignonia unguis bei Rio in den Wäldern stets nach Art von Wurzelkletterern an Felsen oder Waldbäumen in die Höhe kletternd, wobei die scharfspitzigen, vom Stengel abstehenden Krallen sich dicht dem Substrat anlegen und mit ihren Spitzen an Unebenheiten desselben festankern in so wirksamer Weise, dass man die Langsprosse nicht leicht ablösen kann. Da die Ranken zwar mehrjährige Dauer haben, schliesslich aber doch absterben und beim Dickenwachsthum des Stammes abgelöst werden müssen, so sind die bald hervorkommenden langen, den Stützbaum oft ganz umspannenden Adventivwurzeln der Pflanze von grossem Nutzen bei dieser Lebensweise. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass die Krallenranken etwas negativ heliotropisch wie die Haftwurzeln sind und durch die Wegkehrung vom Licht mit der Oberfläche des Substrates in die geeignete Berührung gelangen, ferner dass die Krallenranken speciell für Emporklettern an dicken Bäumen und Felswänden nach Art der Wurzelkletterer angepasst sind. Dies gilt vor allem für Bign. catharinensis, welche ihre kurzen Krallen, soweit ich beobachten konnte, nicht zum Umranken von Stützen in der gewöhnlichen Weise zu gebrauchen scheint.

Die übrigen Vertreter sind indessen, wie aus den Beobachtungen Darwin's an B. unguis (p. 67), an einer dieser nahestehenden Art (p. 66) und an Macf. Tweediana (p. 69) hervorgeht, und wie mir auch die Exemplare des Berliner Herbars zeigten, befähigt, auch dünne Stützen mit den Krallen vollständig zu umranken. Sie sind überhaupt sehr vielseitige Kletterpflanzen, denn die Sprosse können infolge ihrer rotirenden Nutation sogar um aufrechte Stützen winden, oft so vollkommen und regelmässig wie echte Winder

(Darwin p. 66, 67, 69), und benutzen dabei zugleich ihre Krallenranken, um den Stab regelrecht zu umarmen.

Bei diesen Arten sind sogar die spontane Bewegungen ausführenden Blattstiele für Berührung empfindlich und biegen sich um Stützen herum, wobei sie die auf der Unterseite empfindlichen Krallenranken im Bogen herumführen und ebenfalls mit der Stütze oder bei dünnen Stützen mit den gegenüberstehenden Ranken in Berührung bringen, worauf dann die Krallen sich einkrümmen können.

B. unguis combinirt somit 3 Modi, Ranken, Winden und Wurzelklettern. Offenbar folgt aber aus der Verwandtschaft mit den übrigen nur rankenden Bignonieen, dass das Ranken den primären Klettermodus vorstellt.

c) Eine dritte Kategorie von Bignonieen besitzt einfache, oder 1 oder 2 mal dreigabelige Ranken, die an ihren Enden infolge des Contactreizes Haftscheiben erzeugen können. Auch diese Ranken sind theilweise oder ausschliesslich angepasst für Emporklettern an dicken Baumstämmen und Felswänden. Im letzteren Falle sind die Rankenarme sehr kurz und können kaum oder gar nicht mehr um dünne stabförmige Stützen ranken.

Es ist dies z. B. der Fall bei der Gattung Glaziovia Bur., von welcher bislang nur eine einzige brasilische Art, G. bauhinioides Bur., bei Rio auftretend, bekannt ist. Ich fand diese Art kletternd am Südabhang des Corcovado an Felsen, welche sie nach Art des Epheu mit einem dichten Teppich überzieht. Aus den Langtrieben kommen zahlreiche regelmässig abstehende Seitenzweige hervor, welche alle dem Substrat dicht anliegen. Fig. 13 Taf. II stellt 2 Blattpaare von der Unterseite gesehen dar. Hier ist die einfache Ranke des kurzgestielten, mit sitzenden, der Felswand anliegenden Fiederblättchen versehenen Blattes ganz kurz und hat am Ende eine rundliche Haftscheibe infolge des Contactreizes gebildet.

Etwas länger sind die Rankenarme bei einer mangels Blüthen nicht bestimmbaren Art von Haplolophium von Blumenau, an Baumstämmen kletternd gefunden. Wie Fig. 14a, b, c Taf. II zeigen, sind die Ranken 3gabelig, seltener 2gabelig und entwickeln sehr grosse, der Borke in allen Unebenheiten sich dicht anschmiegende Haftscheiben. Nach der Befestigung durch dieselben ziehen sich die Rankenäste und der Stiel mehr oder weniger spiralig zusammen. Bemerkenswerth ist die lange Persistenz der nachträglich verholzenden Ranken. Selbst an 1 cm dicken Langtrieben, an denen die Blattfiedern schon längst abgeworfen sind, sind sie noch vorhanden

(Fig. 14c Taf. II). Ebenso verhält sich eine bei Rio auftretende Art dieser Gattung. Diese Haplolophien mögen auch hin und wieder mit ihren Rankenästen und Rankenstielen Stützen nach gewöhnlicher Art umranken.

Eine solche doppelte Wirksamkeit kommt in hohem Maasse den sehr vollkommenen und langen, 2—3 mal dreitheiligen Ranken von Pithecoctenium phaseoloides (Cham. sub Bign.) zu, von denen in Fig. 15a, b, c Taf. II jüngere und ältere Stadien abgebildet sind. Die langen Rankenäste können sowohl wie gewöhnliche Fadenranken fungiren, als auch bei Contact der Enden mit Stützen Haftscheiben treiben, mithin in gleich guter Weise in Geäst oder an Baumstämmen aufsteigen. Die Haftscheiben haben lange andauerndes marginales Wachsthum und verschmelzen häufig mit einander. An den Spitzen junger Ranken ist von Haftscheiben noch nichts zu sehen, erst der Contactreiz veranlasst ihre Bildung, wie dies ja auch bei der ähnlich sich verhaltenden Ampelopsis quinquefolia der Fall ist.

Aehnliches Verhalten zeigen auch die übrigen Pithecoctenium-Arten, ferner nach Exemplaren des Berliner Herbars folgende:

Tynanthus elegans Miers mit langen 1—2 mal dreispaltigen Ranken,
Tynanthus cognatus Miers mit dreispaltigen Ranken,
Anemopaegma clematoideum Gris. desgl.
Macrodiscus lactiflora Bur. desgl.

Endlich auch Anisostictus capreolata Bur., bei welcher die Ranken sehr dünn sind und reiche Verästelung zeigen. Die Ranke trägt 2 Paar Seitenäste, und jeder Ast ist an seinem Ende 2—3gabelig, so dass bis 15 Haftscheiben unter günstigen Umständen sich entwickeln können.

Darwin hat an Anisost. capreolata (p. 75) und an einer anderen Bignonia mit Haftscheiben, B. littoralis (= ?) (p. 70), beobachtet, dass die Internodien nutiren und dass der Stengel sogar im Stande ist, Windungen, wenn auch unregelmässig, um aufrechte Stützen auszuführen. Die Blattstiele sind bei beiden Arten nicht sensitiv, wohl aber die Ranken und zwar allseitig. Bei B. littoralis nutiren die Ranken wie auch die Blattstiele und zwar schon frühzeitig, bevor noch die 3gabelige Ranke reizbar wird; bei Anisost. capreolata nutiren die Ranken allein, nicht die Stiele, aber in verschiedenem Maasse, zuweilen unbedeutend oder gar nicht. Ausserdem sind die Ranken der letzteren Art etwas negativ heliotropisch, eine Eigenschaft, welche mehr oder weniger wohl allen hierher gehörigen

Arten zukommt. Die Rankenäste suchen an der Stütze infolge dieser Reizbarkeit die dunkelsten Stellen auf, kriechen in die Spalten mit den Spitzen, die Enden folgen den Unebenheiten der Oberfläche des Baumstammes, wobei sie an der inneren Seite anschwellen und nach wenigen Tagen Haftscheiben entwickeln. Dieselben werden erst in Folge des Contactreizes ausgebildet, was bei allen den genannten Bignonien der Fall ist, während bei gewissen Vitaceen mit Haftscheibenranken bereits an den jungen Ranken die Anlagen dieser Organe vorgebildet werden.

Der zu den Jacarandeae gehörige Eccremocarpus scaber R. et P. und die zu den Tecomeae gehörigen Tourrettia lappacea Willd. erinnern in der Rankenbildung sehr an die Cobaea-Arten. Das mit einem oder 2 Paaren von fiedertheiligen oder zusammengesetzten Haupt-Fiedern versehene Blatt läuft in eine reichverzweigte dünne Ranke aus, deren zahlreiche Aeste auch hier in kleine Doppelhäkchen endigen. Alle Zweige der Ranke sind allseitig empfindlich und ziehen sich später spiralig zusammen, wobei sie oft ähnliche Knäuel bilden wie bei Cobaea.

Nach Darwin (p. 79) bewegen sich die Internodien, Blattstiele und Ranken von Eccr. scaber spontan. Diese Pflanze ist, wie Darwin (p. 82) hervorhebt, hauptsächlich für sehr dünne Stützen angepasst, da die Enden der Rankenzweige dicht an den kleinen Häkchen äusserst empfindlich sind und mit diesen solche Stützen am besten erfassen können.

Was die Blattfolge bei Eccremocarpus scaber anbelangt, so folgen auf die Keimblätter zunächst einige (4) gestielte Blätter mit einfacher rundlicher Spreite, darauf mehrere Paare von Blättern, an denen unterhalb des rundlichen Endfiederchens Seitenfiederchen, zunächst nur 1 Paar, dann 2 Paar solcher zur Entwicklung kommen. In etwa 8 cm Höhe erscheinen sodann unvermittelt die ersten zunächst noch wenig verzweigten Ranken an Stelle der Endfiederchen an den mit 2 Paaren von Hauptfiedern versehenen Blättern. Mit der Erzeugung der Blüthentrauben beginnt ein sympodialer Aufbau der Klettersprosse, indem die je einem Blatt gegenüberstehenden Inflorescenzen die successiven Axen beschliessen und aus der Achsel dieses Blattes der Klettersspross sich fortsetzt. An einem mir vorliegenden Exemplare bestehen die langen Sympodienglieder aus 4 Internodien. Sympodialer Aufbau der Klettersprosse ist eine ziemlich

verbreitete Erscheinung bei Rankenpflanzen. (Vitis, Petermannia, Landolphia, Ancistrocladus etc.)

8. Unter den Compositen tritt Blattrankenbildung nur innerhalb der südamerikanischen Gattung Mutisia auf, von welcher eine Anzahl als Halbsträucher mit dünnen Stengeln klettert, während ein beträchtlicher Theil auf andinen Höhen als aufrechte kleine Stauden oder Sträucher von Xerophytenhabitus vorkommt.

Die innerhalb der Gattung ausgeprägten Blattformen sind sehr mannigfaltige, in solchem Maasse verschieden, wie es nur selten innerhalb eines engeren Verwandtschaftskreises statthatt.

Die stattlichsten kletternden Formen wie Mutisia speciosa Hook., M. grandiflora Humb. u. A. haben einfach gefiederte Blätter, deren Rachis in eine lange dünne Fadenranke mit einigen seitlichen Rankenästen ausläuft, in ähnlicher Weise wie bei den Vicieen. Die Rankenäste entsprechen morphologisch den Blattfiedern, speciell deren Mittelrippe. An der brasilischen Mutisia speciosa Hook. beobachtete ich Uebergangsformen zwischen normalen Blattfiedern und Rankenästen. Eine Fieder war z. B. als Rankenast ausgebildet, hatte aber in ihrer ganzen Länge noch auf einer Seite eine Spreitenhälfte hervorgebracht.

Eine Zwischenform zwischen rankenden und nicht kletternden Formen repräsentirt die Mutisia microphylla Wedd. aus Chili. Hier sind die Blätter mit einer grösseren Zahl von kleinen sitzenden Fiederblättchen versehen, von denen das endständige und auch die beiden obersten seitlichen nur ein wenig schmäler ausgebildet und etwas rankenartig zurückgekrümmt erscheinen. Die Rhachis hat sich nicht verlängert. Diese Art, welche nur sehr unvollkommen zu ranken befähigt ist, auch keine grosse Höhe erreicht (vielleicht nur 1 Fuss) macht ganz den Eindruck, als ob sie durch Reduction aus einer typischen Rankenpflanze entstanden sei.

Andere Mutisia-Arten zeichnen sich durch einfache Blattspreiten aus, deren Mittelrippe in eine lange einfache Fadenranke ausläuft. Bei Mut. involucrata Phil. ist die derbe lederartige Spreite halbstengelumfassend, am Rande stark gezähnt und besitzt eine die Spreite um mehr als das Doppelte an Länge übertreffende einfache Endranke. Mut. decurrens Cav. besitzt eine ganzrandige, lanzettliche rinnig gefallene und am Stengel in Form von 2 Flügeln herablaufende Spreite, die in eine 2gabelige lange Endranke ausgeht. Diese Art erinnert im Habitus etwas an Lathyrus Ochrus. Mut. sub-

ulata R. et Pav. endlich ist bemerkenswerth durch schmal lineale am Ende in eine kurze Spiralranke auslaufende Blätter. Sie ist eine unvollkommene Rankenpflanze und könnte ebensogut zu den Blattspitzenklimmern nach Art von Gloriosa gerechnet werden. Andere Mutisien wie z. B. die nicht kletternde M. Berteroi DC. stehen ihr in der Blattbildung sehr nahe, nur dass die Blätter gar keine Ranken besitzen. Es ist möglich, dass die rankenlosen alpinen Arten sich sämmtlich von kletternden ableiten.

Bei Mut. clematis, einer Art mit 3gabliger Endranke an dem mit 7—8 Fiedern versehenen Blatt, ist nach Darwin (p. 91) die gekrümmte Ranke nur an der unteren Fläche in hohem Grade, an den Seiten weniger, an der Oberseite gar nicht reizbar. Sie behält die Reizbarkeit ungewöhnlich lange bei und rollt sich nach dem Erfassen von Stützen spiralig zusammen. Wie bei den Bignonien bewegen sich Ranken, Blattstiele und Internodien spontan, die Sprosse können nicht winden.

9. Zu den Blattrankern sind als höchst entwickelte Formen die Cucurbitaceen zu rechnen, denn obwohl die morphologischen Verhältnisse hier complicirter sind und auch Achsentheile sich an der Zusammensetzung der Ranken betheiligen, so sind doch die eigentlich rankenden und reizbaren Theile der Cirrhen unzweifelhaft Phyllomen homolog.

Die überwiegende Mehrzahl der Cucurbitaceen, die im Ganzen 86 Gattungen umfassen, besitzt Ranken. Die kletternde Lebensweise und die Ranken scheinen demnach schon sehr frühzeitig, schon vor der Zersplitterung der Ausgangsformen in die zahlreichen Gattungen, erworben zu sein, und daher ist es nicht unwahrscheinlich, dass von den nicht rankenden Formen manche, wenn nicht alle, von rankenden durch Uebergang zu anderer Wachsthumsweise infolge Versetzung auf einen dem Klettern ungünstigen Standort oder sonstwie sich ableiten. In der That giebt es ja auch nicht rankende Culturvarietäten des Kürbis.

Nicht kletternde Formen sind zum Beispiel

Melancium campestre Naud., niederliegendes Kraut auf den Campos von Brasilien, ohne Ranken.

Dendrosicyos, 2 Arten auf Socotra, kleine Bäume mit dickem fleischigen Stamm.

Acanthosicyos horrida Welw., in den Sandwüsten bei Walfischbai

kriechend, blattlos, mit Caulomdornen, die vielleicht den Ranken homolog sind.

Cucumis rigidus E. Mey, in Südafrika, mit aufrechtem rankenlosem Stamm.

Momordica Elaterium L. (S.-Europa), aufrecht buschig, ohne Ranken.

Die nächsten Verwandten derselben sind alle echte Ranker, die als Ausgangsformen gedient haben mögen.

Die Cucurbitaceen enthalten die vollkommensten Kletterpflanzen mit fadenförmigen Blattranken, die es überhaupt giebt, und übertreffen auch die Passifloren, deren Fadenranken Caulomnatur besitzen.

Die Ranken entspringen zu je 1 an der anodischen Seite der Blattachseln und sind entweder verzweigt, indem sie am Ende eines langen, kräftigen Rankenstammes 2 oder mehrere lange, fadenförmige Rankenäste abgeben oder aber sie sind einfach und entsprechen dann entweder in ihrem Aufbau den verzweigten, nur dass am Ende des Rankenstammes nur ein continuirlich in diesen übergehender Zweig ausgebildet wird, oder aber die einfache Ranke trägt schon von ihrer Basis ab den Charakter eines Rankenzweiges der verzweigten Ranke.

Die Frage nach der morphologischen Natur der Cucurbitaceen-Ranken ist eine sehr schwierige und hat daher auch die verschiedenartigste Beantwortung erfahren. Die Schwierigkeit besteht darin, dass die Ranken hier scharf differenzirte und ganz selbstständig sich verhaltende Organe vorstellen, welche aus ihrer Structur ohne weiteres nicht den Weg erkennen lassen, den sie bei ihrer phylogenetischen Entwicklung zurückgelegt haben, während bei allen übrigen Rankern es leicht ist, die Homologie mit Blättern, Blatttheilen oder Achsen zu erkennen.

Was zunächst die verzweigten Ranken anbelangt, wie sie beispielsweise auftreten bei Cucurbita pepo, Sicyos angulatus, Sechium edule, Lagenaria vulgaris, Cyclanthera pedata, so dürfte es wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, dass sie Sprosse vorstellen, dass die Rankenzweige selbst Blättern homolog sind. —

Wie O. Müller, gestützt auf vergleichend anatomische, morphologische und teratologische Befunde, nachzuweisen versucht, soll der Rankenstamm die Achse des Sprosses, die Rankenzweige die vom gestauchten Ende desselben abgehenden metamorphosirten Blätter vorstellen, deren Blattlamina bis auf die Spindel reducirt ist, in abweichenden Fällen (bei Cucurbita pepo, cf. Müller Taf. VII

Fig. 36—52) aber mehr oder weniger wieder zur Ausbildung gelangen kann. Besonders klar tritt die Sprossnatur an solchen Uebergangsformen hervor, wie sie Müller (p. 134) für Cucurbita pepo beschreibt und Taf. VII Fig. 45, 48 abbildet, bei denen die Rankenäste auch an den Seiten des Rankenstammes entsprangen und zum Theil durch normale Blätter vertreten waren. Sogar Blüthen können an solchen Rankensprossen neben den Blattachseln entspringen (Fig. 48 bei Müller).

Bei einem Theile der Cucurbitaceen mit verzweigten Ranken treten nun neben diesen auch besonders in den unteren Blattachseln einfache Ranken auf, so bei Cyclanthera pedata, wo auch zuweilen an einer 2spaltigen Ranke der eine Ast schon ganz rudimentär ausgebildet sein kann, ferner bei Cyclanth. explodens, Sicyosperma gracile, Thladiantha dubia, Trichosanthes anguina etc.

Die einfachen Ranken dieser Arten nun sind meist ganz einheitlich, in anderen Fällen lässt sich noch das Rudiment eines Seitenzweiges nachweisen, immer aber sollen sie nach Müller die Zusammensetzung aus einem Rankenstamm von Caulomnatur und dem endständigen Rankenzweige vom Charakter einer Blattspindel erkennen lassen. Der Uebergang des endständigen Rankenzweiges in den Stamm ist ein allmählicher, so dass sich die Grenze meist nicht mehr scharf bestimmen lässt. Der untere axile Theil betheiligt sich nicht an der spiraligen Einrollung, wie es auch der Stamm der verzweigten Ranke nicht thut, ist auch nicht reizbar.

Es giebt ferner gewisse Cucurbitaceen, wie Bryonia, Wilbrandia, Coccinia, Momordica, bei denen die Ranken stets einfach sind, sich aber auch wie diejenigen der zuletzt genannten Formen verhalten.

Besonderes Interesse verdienen endlich solche Formen wie Cucumis sativus, Cucurbitella, Melothria, deren einfache Ranken schon von der Basis ab die Structur eines Rankenzweiges der zusammengesetzten Ranken zeigen und sich auch bis zur Basis hin spiralig aufrollen. Diese Ranken entsprechen in ihrer ganzen Länge Blattspindeln; sind sie mit den zusammengesetzten homolog, so muss man sie aber auch als Sprosse auffassen, an denen das axile Basalstück reducirt wurde.

O. Müller's Auffassung der Cucurbitaceenranke steht mit der neuerdings von Göbel gegebenen in einigen Punkten im Widerspruch. Göbel (Jugendzustände p. 37) sagt: „Die einfachen Ranken

sind umgebildete Vorblätter, die verzweigten Sprosse, deren Blätter als Ranken ausgebildet sind, es sind dies Achselsprosse der einfachen Ranke, welche an ihrem Achselspross hinaufwächst.“ Auch Warming (Handbuch der syst. Bot. Berlin 1890 p. 353) betrachtet die einfachen Ranken als umgewandelte Vorblätter. Bei den mehrarmigen Ranken entspricht der Hauptarm dem Vorblatt, die übrigen Rankenarme aber sind die Blätter eines an diesem Rankenvorblatt in die Höhe gerückten Achselsprosses.

Keine der gegebenen Auffassungen ist einwurfsfrei. Nur soviel dürfte allgemein zugegeben werden, dass die wesentlichsten, reizbaren und spiralig sich aufrollenden Theile der Ranken Blättern homolog sind.

Sowohl die Internodien als auch die Ranken der Cucurbitaceen zeichnen sich durch regelmässige Nutationen aus; keine einzige Art aber ist im Stande zu winden, soweit mir bekannt ist.

Die Ranken sind sehr dünn und zart und erreichen bei einzelnen Arten erstaunliche Länge. So giebt Müller an, dass bei Cyclanthera pedata die längste Ranke 35 cm mass, bei Lagenaria vulgaris sogar 46 cm. Bei Sicyos malvifolius messe ich ca. 40 cm. Je länger die Ranken, desto grösser ist im Allgemeinen auch die Reizbarkeit.

Reizbar ist nur die untere Seite, wie schon Mohl (p. 65) für Cucurbita pepo angiebt, Darwin für Echinocystis lobata (p. 99) und Hanburya mexicana (p. 103) bestätigt, und ebenso Müller für Cyclanthera pedata (p. 104). Die Spitzen der Ranken sind nach der reizbaren Seite hin schwach gekrümmt. Hier ist die Reizbarkeit am grössten und nimmt von dort nach unten zu allmählich ab. Den höchsten Grad der Reizbarkeit erreichen die Ranken, bevor sie ganz ausgewachsen sind. Im jungen Zustand sind sie noch nicht reizbar und mit Beendigung des Wachsthums hört die Reizbarkeit allmählich auf. Am grössten ist nach Müller (p. 103) die Reizbarkeit bei Cyclanthera pedata, bei welcher schon nach 5 Secunden Krümmung, nach 15 Minuten Geradestreckung bei vorübergehender Reizung, nach ca. 5 Stunden schon spiralige Aufrollung eintritt. Bei dem ebenfalls sehr reizbaren Sicyos angulatus krümmen sich die Ranken nach 30 Secunden (Müller p. 113).

Allgemein findet nach der Befestigung spiraliges Aufrollen statt bis zum gerade bleibenden Rankenstamm abwärts schreitend. Es bildet sich so eine elastische Spirale, während andererseits der be-

festigte Theil der Ranken infolge des Contactreizes sich verdickt, und dabei infolge Verholzung der mechanisch wirksamen Elemente hart und unelastisch wird.

Wie Müller (p. 107) richtig hervorhebt, ist diese verschiedene Beschaffenheit der beiden Rankentheile für die Pflanze höchst nützlich, indem sie das Ablösen der Ranken durch den Wind verhindert. Nicht befestigte Ranken rollen sich ebenfalls, allerdings später, ein und trocknen ab.

Was die Anschwellung der befestigten Rankentheile anbelangt, so geschieht sie nach Müller (p. 107) und Worgitzki (p. 68) durch Wucherungen der Rinde und Epidermiszellen an der concaven Seite, welche in alle Vertiefungen der Stütze eindringen, alle kleinen Erhöhungen derselben umgeben und so eine innige Verbindung zwischen Ranken und Stütze herstellen. Darwin hatte bereits (p. 104) für Hanburya mexicana und (p. 105) für Anguria Warscewiczii diese Erscheinung beobachtet und Müller (p. 112) constatierte sie ausnahmslos an allen von ihm untersuchten 38 Arten. Meist fallen die Verdickungen allerdings wenig in die Augen, oft sind sie aber dreimal so dick als die Ranken, breiten sich seitlich aus und können sogar auf allen Seiten vorhanden sein. Sehr ausgeprägte weissliche Ausbreitungen der Ranken an den Stützen sah ich bei Sechium edule und bei Cayaponia Schenckii Cogn., einer neuen bei Blumenau vorkommenden Art.

Wenn die Ranken der Cucurbitaceen schon an und für sich sehr vollkommen sind, so tritt wie Müller (p. 110) gefunden hat, bei Sicyos angulatus L., Trichosanthes anguina L. und T. Kirilowii Maxim. noch eine weitere günstige Eigenschaft hinzu, um das Festhalten noch besser zu bewirken, nämlich die Abscheidung von Klebstoff seitens der mit Stützen in Berührung kommenden Rankentheile infolge des Contactreizes. Auf diese Weise können die genannten Arten mit ihren Ranken auch an glatten Flächen haften.

Stösst eine Ranke von Sicyos angulatus auf einen Gegenstand, den sie nicht umfassen kann, so rollt sich die Spitze zu einem Knäuel zusammen, verdickt sich und heftet sich durch Abscheidung eines Klebstoffes sehr fest, worauf dann der freie Theil sich spiralig einrollt.

Ebenso verhält sich Trichosanthes anguina, bei welcher auch die spiralig eingerollten Rankentheile an Berührungsstellen mit Mauern etc. anschwellen und sich festkleben. Trich. Kirilowii

hat sehr kurze, fast gar nicht bei Reizung sich krümmende Ranken, die aber auch Klebstoff absondern und nach Müllers Ansicht weniger zum Umschlingen von Stützen als vielmehr zum Festkleben geeignet sind.

Nach Darwin (p. 104) sollen auch die Ranken von Hanburya mexicana an den verdickten Berührungsstellen mit den Stützen ein klebendes Secret abscheiden. Endlich ist zu erwähnen, dass Peponopsis adhaerens nach Naudin (Ann. sc. nat. bot. 4 sér. XII p. 89) Haftscheiben an den vielspaltigen Ranken entwickeln soll, sich also wie die obigen Arten zu verhalten scheint.

Diese letzt genannten Cucurbitaceen entsprechen in ihrem Verhalten somit den Haftscheibenranken gewisser Bignonieen und Vitaceen,

§ 8.
Zweigklimmer.

Die Zweigklimmer bilden mit Ausnahme der bereits auf p. 177 beschriebenen rankenden Antirrhinum-Arten eine Gruppe von Klettersträuchern, welche nur aus den Tropen bis jetzt bekannt sind und ihre reichste Entwicklung im tropischen Amerika erfahren haben. Was die erwähnten Antirrhinum-Arten anlangt, so sind dieselben, obwohl sie ein von den strauchigen tropischen Vertretern sehr verschiedenes Aussehen aufweisen, dennoch zu der vorliegenden Gruppe zu rechnen, weil bei ersteren sowohl als bei letzteren vegetative Seitenzweige Contactreizbarkeit erlangt haben und zu ranken vermögen. Ich sehe im Folgenden von diesen kaum als Lianen zu bezeichnenden rankenden Scrophulariaceen ab und beschränke mich hier nur auf die tropischen strauchigen Zweigklimmer.

Dieselben stehen zwar auf niederer Stufe in phylogenetischer Hinsicht als die mit uhrfederartigen oder fadenförmigen Caulomranken versehenen Formen, sind indessen keineswegs als eine directe Vorstufe derselben aufzufassen, sondern als eine für sich dastehende Reihe, welche niedere und höhere Formen enthält und als Ausgangsform der rankenden Organe normale beblätterte Seitenzweige der Langtriebe benutzt hat, während bei den zuletzt genannten Achsenrankern die Ranken auf reizbar gewordene Inflorescenzachsen zurückzuführen sind. Sie stehen also nicht, wie Fr. Müller, welcher in seinem Aufsatz über Zweigklimmer (Kosmos 1882) diese Lianengruppe zuerst bekannt gemacht und ihr den Namen gegeben hat, meint (p. 321), in demselben Verhältniss zu den Achsenrankern,

wie die Blattklimmer zu den Blattrankern, die als weiter entwickelte Formen der ersteren, zum grössten Theil wenigstens, aufgefasst werden können.

Dass die zweigklimmenden Sträucher sich nur in den Tropen entwickelt haben, erklärt sich zum Theil aus der Thatsache, dass die dichten Tropenwälder überhaupt der Lianenbildung günstig sind und dass hier viel mannigfachere Modi des Kletterns in Anwendung kommen können als in den lichteren und einförmigeren Wäldern der gemässigten Zone. Die Zweigklimmer sind im Stande, selbst dicke Aeste, ja sogar Baumstämme zu umklammern und sich ausserordentlich fest an dieselben zu heften. Sie steigen daher leicht zwischen dem Unterholz auf.

Die phylogenetischen Vorstufen der Zweigklimmer dürften halbkletternde oder spreizklimmende Sträucher mit abstehenden Seitenzweigen sein, Sträucher vom Habitus der Hebanthe holosericea Mart., Chiococca brachiata R. et P., Piptocarpha Lundiana Baker, Pipt. quadrangularis Baker, Pipt. oblonga Baker, auf die ich in Cap. 2 hingewiesen habe. Wenn die Seitenzweige erster und höherer Ordnung alle ohne Unterschied Reizbarkeit gegen Contact mit Stützen erlangt haben, im Uebrigen aber alle noch in gewöhnlicher Weise beblättert sind, so haben wir die einfachsten Zweigklimmer vor uns (Securidaca, Dalbergia, Rourea). Bei anderen aber macht sich schon eine physiologische Differenzirung in den im Uebrigen in gleicher Weise beblätterten Seitenzweigen geltend, indem gewisse Zweige reizbar sind, andere nicht (Hippocrateaceen z. Thl.). Diese Arbeitstheilung kann sich nun auch auf die Beblätterung und sonstige Ausbildung der Zweige erstrecken, derart, dass an den reizbaren Seitenzweigen die Blattbildung zurückgeht und dass dieselben schliesslich von Anfang an blattlose, aus einer grösseren Anzahl von Internodien bestehende, aber beschränktes Wachsthum zeigende rankende Organe vorstellen (Machaerium-, Acacia-Arten z. Th.). In ihrer ganzen Bildung und Descendenz machen sich diese kräftigen und derben Zweigranken aber als umgewandelte Laubzweige bemerkbar und unterscheiden sich in manchen Punkten noch sehr von den fadenförmigen dünnen Ranken von Passiflora u. A., obwohl eine Annäherung an diese nicht zu verkennen ist.

Fr. Müller (Zweigkl. p. 328) stellt als oberste Stufe der Zweigklimmer Strychnos hin, deren kletternde Arten wir aber zweckmässiger zu den Hakenklimmern stellen. Die Kletterhaken von Strychnos sind nicht etwa durch Weiterentwicklung von rankenden

Laubzweigen, wie sie Securidaca zeigt, hervorgegangen, sondern, soweit ich beurtheilen kann, umgewandelte Inflorescenzstiele.

1. Die Familie der Polygalaceen liefert in 2 Gattungen hierher gehörige Kettersträucher, Securidaca und Bredemeyera, während Comesperma windende Formen enthält.

Von Bredemeyera beobachtete ich eine mangels Blüthen nicht näher bestimmbare Art bei Rio und constatirte, dass sie zweigklettert. Allerdings scheint dieser Kletterstrauch die Reizbarkeit der Seitenzweige gegen Contact noch nicht in solchem Maasse zu besitzen wie die Securidaca-Arten, denn an dem betreffenden Exemplar bildeten die Zweige nur einfache Biegungen und lockere Schlingen um andere Zweige desselben Strauches oder benachbarten Gesträuches. Fig. 16 Taf. III stellt einen herabhängenden Zweig dar mit aufwärts gerichteten Seitenzweigen, von denen einer eine vollständige Schlinge gebildet hat. Indessen mag an anderen Exemplaren und vielleicht bei anderen Arten das Zweigklettern besser entwickelt sein wie an dem beobachteten. Die anatomische Structur des Stammes ist nicht so complicirt wie bei Securidaca, und dieser Befund könnte auch dafür sprechen, dass erstere ein noch nicht so vollkommener Kletterstrauch ist als letztere.

Securidaca enthält u. A. eine Anzahl von Arten, welche als zweigklimmende Sträucher häufig in den brasilischen Wäldern auftreten. Die beobachteten Arten S. lanceolata St. Hil., S. Sellowiana Klotzsch, S. tomentosa St. Hil. verhalten sich übereinstimmend, und so dürften sich auch die übrigen ihnen anschliessen. Diese Arten bilden dicke, oberwärts sehr reich verzweigte Lianenstämme und klettern sehr hoch, breiten in den Kronen der Waldbäume ihr Laub aus und die Zweige hängen häufig in weiten Bogen herab. Zwischen niederem Gesträuch wachsend bilden sie Dickichte. Die Securidaca-Arten bedecken sich zur Blüthezeit reich mit violettrothen Rispen und gehören mit zu den charakteristischen und schönsten Sträuchern des tropisch amerikanischen Waldes.

Fr. Müller hat (Zweigkl. p. 321 und Fig. 1—11; Climb. pl. p. 347 und Fig. 3) zuerst das Verhalten von Sec. Sellowiana beschrieben und abgebildet.

Die Langtriebe der genannten Securidaca-Arten wachsen rasch mit gestreckten Internodien in die Höhe und bilden die späteren holzigen nackten Lianenstämme; sie sind nicht reizbar. Dagegen haben die mit ovalen, etwas zugespitzten in einer Ebene

sich ausbreitenden Blättern besetzten Seitenzweige, die aus den Achseln der abwechselnden Blätter der Langtriebe hervorkommen, in ihrer Jugend die Fähigkeit auf Contactreize durch Krümmungen zu reagiren. Die Seitenzweige verzweigen sich vielfach weiter in Zweige 2., 3., 4. Ordnung u. s. w., und alle diese kleinen beblätterten Aestchen sind befähigt um Stützen zu ranken, bleiben aber gerade, wenn sie keine Stütze vorfinden. In ersterem Falle entstehen oft complicirte Gewirre der vielfach gewundenen Seitenzweige, wie sie durch die Fig. 17—20, Taf. III veranschaulicht werden. Oft macht ein Seitenzweig an mehreren Stellen spiralige Windungen um Stützen, ehe sein Endstück geradeaus geht. Fig. 17 stellt verhältnissmässig noch junge Seitenzweige der Sec. Sellowiana dar, die vielfach gewunden sind, sich aber noch wenig verdickt haben und die Blätter noch besitzen (in Figur nur zum Theil gezeichnet); Fig. 18 von Sec. lanceolata veranschaulicht ältere Seitenzweige (die Blätter an den letzten Auszweigungen sind der Deutlichkeit halber nicht mitgezeichnet), die eine Stütze in vielfachen Schlingen umfasst haben, dann von derselben dem Hauptstengel wieder zugewachsen sind und sich an diesen auch noch durch einmalige Umrankung befestigt haben. Fig. 19 und Fig. 20 geben die Abbildung von kräftigen, stark gewundenen Seitenzweigen von Sec. tomentosa.

Diese Figuren beweisen zur Genüge, dass an jeder beliebigen Stelle und Flanke die Seitenzweige ranken können.

Die rankenden Zweige wachsen wie die gerade bleibenden, nicht mit Stützen in Berührung gekommenen in die Dicke, verholzen, zeigen aber ausnahmslos an den gerankten Stellen ein gefördertes Dickenwachsthum, vor allem an der inneren Seite. Sie tragen eine Zeitlang ihre Blätter, die dann später abfallen, wenn die Vegetation auf Seitenzweige höherer Ordnung übergeht.

Es leuchtet ein, dass die Securidaca-Arten mit Hülfe der zahllosen reizbaren Seitenzweige sich derart in dem Gezweig der Stützbäume befestigen, dass eine Loslösung durch den Zug der schweren Hauptstämme gar nicht möglich ist. Nach Verlauf mehrerer Jahre sterben die Seitenzweige langsam von unten nach oben an den Langtrieben ab und diese erscheinen dann im Wald als nackte, hoch in die Kronen der Waldbäume hinaufgehende Stämme.

Nie fand ich, wie es bei Dalbergia variabilis vorkommt, dickere gerankte Seitenzweige als die in Fig. 17—20 abgebildeten, und dieser Umstand beweist auch, dass die gerankten Zweige nur für die Dauer einiger Jahre berechnet sind. Sie werden dann wohl

vielfach infolge des Dickenwachsthums der Stützen abgesprengt und fallen dann von ihren Tragsprossen ab.

Diejenigen Zweige, die frei von den Baumkronen in die Luft herabhängen, zeigen natürlich in der Regel keine gerankten Seitenzweige. Möglicher Weise ist die Reizbarkeit in den verschiedenen Regionen des Kletterstrauchs verschieden stark ausgeprägt.

2. Viel zahlreicher an zweigkletternden Formen sind die Hippocrateaceen, von denen die beiden in den Tropen beider Erdhälften auftretenden Gattungen Hippocratea (ca. 70 sp.) und Salacia (ca. 80 sp.) sehr viele kletternde Sträucher umfassen, die vermuthlich sämmtlich rankende Seitenzweige besitzen.

Fr. Müller (Zweigklimmer p. 323) hat zuerst das Zweigklettern bei einer um Desterro wachsenden Hippocratea beobachtet und beschrieben. In der Monographie von Miers „On the Hippocrateaceae of South America", Transact. of the Linn. Soc. London 1873, ist auf die eigenthümliche Art des Kletterns gar keine Rücksicht genommen und nur die Abbildung von Hippocratea volubilis, Taf. 16, zeigt einen Seitenzweig an einer Stelle gerankt. In den systematischen Werken findet man überhaupt so gut wie gar keine Angaben über den speciellen Klettermodus der Zweigklimmer, obwohl die eigenthümlichen Zweigranken höchst auffällige Organe vorstellen.

Die Hippocrateaceen bilden einen sehr charakteristischen Bestandtheil der brasilischen Lianengenossenschaft. Ich habe mehr als 1 Dutzend Arten angetroffen, von denen indessen nur einige wenige sich bestimmen liessen. In der Regel sind die auf den Baumkronen befindlichen Blüthen und Früchte unerreichbar und die Blattformen verhalten sich bei den meisten Arten so übereinstimmend, dass eine Bestimmung durch Vergleich mit den Herbarpflanzen des Berliner Museums keine sicheren Resultate ergab.

Da indessen die beobachteten Formen alle ziemlich übereinstimmendes Verhalten zeigen, so wird es genügen, dieselben im Allgemeinen zur Darstellung zu bringen.

Die Blätter der Hippocrateaceensprosse sind opponirt, einfach, ganzrandig oder gezähnt. Aus den Blattachseln der mit langen Internodien versehenen, zu den Baumkronen emporwachsenden Langtriebe entspringen an jedem Knoten zunächst 2 opponirte beblätterte Seitenzweige und diese sind mit allseitiger Reizbarkeit in ihrer Jugend ausgestattet. Ueberall da, wo sie in Berührung mit einem

Zweig oder einer anderen Stütze kommen, krümmen sie sich ein oder mehrere Mal um dieselben, um dann wieder geradeaus weiter zu wachsen. Derselbe Seitenzweig kann an mehreren durch gerade Stücke getrennten Stellen solche Windungen ausführen, ebenso wie die höheren Verzweigungen, und so in sehr wirksamer Weise den aufwärts wachsenden Langtrieb befestigen. Die Seitenzweige höherer Ordnung bleiben indessen häufig auch alle gerade, scheinen nicht immer reizbar zu sein. Häufig kommen aus denselben Blattachseln über den rankenden auch Beisprosse zur Entwicklung, die entweder zu Langsprossen auswachsen oder kurze Laubsprosse sind. Dieselben sind nicht reizbar, bleiben gerade. So macht sich hier bereits eine Differenzirung in physiologischer Hinsicht geltend, welche bei gewissen unten zu erwähnenden tropisch-asiatischen Hippocrateaceen bereits zu einem Dimorphismus der Zweige geführt hat.

Auch bei der von Fr. Müller (Zweigklimmer p. 323) beobachteten zweigkletternden Hippocrateacee sondern sich die Seitenzweige in gerade, unempfindliche und rankende. Er sagt: „In den Blattachseln entwickeln sich je 2 Knospen übereinander, die untere ältere, die zuerst austreibt, wird zu einem Rankenzweig, die obere, oft sehr viel später austreibende zu einem Zweige, der, ohne sich um Berührung und Druck seiner Umgebung zu kümmern, gerade emporstrebt.“ Beide tragen Blätter.

Wenn die Langtriebe in die Baumkrone gelangen, breiten sie sich dort unter reichlicher Verzweigung aus und von unten nach oben gehen allmählich im höheren Alter alle Seitenzweige zu Grunde, fallen ab, so dass man dann dickere Lianenstämme im Walde ziemlich allgemein auf weite Strecken hinauf ohne Aeste antrifft, ein Verhalten, wie es die meisten Lianen aufweisen.

An den die Inflorescenzen tragenden Achsen habe ich keine Krümmungen gesehen.

Die Art und Weise wie die Stützen umfasst werden, geht aus den Figuren 21—28 Taf. IV hervor.

Die Krümmungen werden ausgeführt, so lange die Zweige noch jung, dünn und weich und die Blätter in der Entwicklung begriffen sind. Das secundäre Dickenwachsthum ist an den gekrümmten Stellen der rankenden Zweige etwas stärker als an den gerade bleibenden, bei Hippocrateaceen ausgiebiger als bei Polygalaceen, erreicht aber nicht die Maasse wie bei gewissen Dalbergien. Die stärkste beobachtete Verdickung eines gerankten Seitenzweiges stellt Fig. 27 dar, die meisten Arten zeigen keine dickeren Ranken als in Fig. 21, 24, 25.

Fig. 21 stellt einen häufigen Fall dar. Der Langtrieb wuchs aufrecht an einem dünnen Baum oder Ast in die Höhe, die beiden Seitenäste haben letzteren regelrecht mit einmaliger Umarmung erfasst. Fig. 22 zeigt von derselben Art complicirtere Krümmungen der verzweigten Seitenäste in noch jungem Zustande. Fig. 23 giebt den sehr häufigen Fall, wo beide Seiten verschiedene Stützen erfasst haben, die Enden sind gerade und tragen noch Blätter.

Auch kommt es vor, Fig. 24, dass ein Seitenzweig erst eine Stütze im Bogen umfasst und dann mit dem Tragspross wieder in Berührung tritt und sich um diesen herumrankt. Durch das feste Anschliessen wurde der Hauptstengel zur Bildung von Querwülsten veranlasst.

Fig. 26 und Fig. 27 stellen complicirte Krümmungen der Seitenzweige dar, wie sie ebenfalls häufig beobachtet sind. Besonders interessant ist das in Fig. 26 abgebildete Verhalten des linken Seitenzweiges am oberen Internodium, der erst eine eigenthümliche Schlinge um eine Stütze gebildet, dann den Hauptstamm unterwärts erfasst, und schliesslich mit 2 Zweigen 2. Ordnung nochmals den Hauptstengel und eine fremde Stütze umrankt hat.

Fig. 28 endlich, eine Hippocrateacee aus Südbrasilien, zeigt neben den rankenden Zweigen auch die superponirten nicht reizbaren Seitenzweige angedeutet. Der linke Rankenzweig hat keine Stütze gefunden und ist gerade geblieben.

In der Regel dürften die gerankten Seitenzweige nach mehrjährigem Verbleiben allmählich zu Grunde gehen oder abgesprengt werden. Aber die Umklammerung von lebenden Stützen ist auch mitunter so innig, dass im Verlaufe des Dickenwachsthums völlige Verwachsung zwischen Rankenzweig und zu derselben Pflanze gehöriger Stütze eintritt. Einen solchen Fall zeigt Fig. 27 Taf. IV, wo ein Seitenzweig in Form einer dicken Klammer mit einem benachbarten Langtrieb derselben Pflanze innig verwachsen ist und Veranlassung zur Bildung von Wülsten gegeben hat.

Solche Vorkommnisse sind aber nicht häufig und für das normale Gedeihen der Langtriebe nicht zuträglich. Da mit dem Zweigklimmen solche unzweckmässige Umrankungen gelegentlich verbunden sind, so kann nicht behauptet werden, dass dieser Modus sich an Vollkommenheit mit dem Verhalten der Achsenranker nach Art der Sapindaceen, Passifloren etc. messen kann, bei denen die rankenden Organe nie die eigenen Sprosse erwürgen können.

Auch die gerontogäischen kletternden Hippocrateaceen dürften alle Zweigklimmer sein.

Von bestimmten Hippocrateaceen kann ich die folgenden Arten mit Sicherheit als Zweigklimmer angeben, theils auf Grund von eigenen Beobachtungen, theils von Herbarmaterial, theils von Abbildungen.

Hippocratea ovata Lam. Trop. Am.
Hippocratea floribunda Benth. Brasil.
Hippocratea indica L. Ostindien. Nach Herbarmaterial des Berliner Herbars. Vgl. ferner Roxburgh II tb. 130.
Hippocratea macrantha Korth. Borneo.
Hippocratea obtusifolia Roxb. cf. Wight Icones III 963.

Salacia silvestris Walp. Brasil.
Salacia laegivata DC. „
Salacia obovata Peyr. Guiana, Brasil.
Salacia Calypso DC. Madagascar.

Bei den beobachteten brasilischen Hippocrateaceen sind sowohl die gerade bleibenden als auch die reizbaren Seitenzweige in gleicher Weise beblättert.

Indessen tritt innerhalb dieser Familie bei gewissen tropisch asiatischen Formen bereits ein Dimorphismus der Zweige in die Erscheinung. Die folgenden Angaben verdanke ich meinem Freunde Prof. Schimper, welcher diesbezügliche Beobachtungen im Buitenzorger Garten auf Java anstellte. Bei Salacia Buddinghtii, welche mehr buschig als lianenartig wächst, ist nur eine schwache Differenzirung der Kletterzweige zu bemerken, bei Sal. melitocarpa Bl. sind die Blätter der rankenden Zweige etwas reducirt, bei Sal. urariformis und Sal. longifolia ist die Metamorphose etwas stärker, indem die Blätter der rankenden Zweige meist, jedoch nicht immer rudimentär sind. Ebenso sind bei Hippocratea Glaga Korth. die Blätter der rankenden Zweige meist rudimentär. Salacia oblongifolia Bl. endlich hat nur Blattrudimente an den rankenden Zweigen, welche am Gipfeltheile langer Zweige entstehen. Sal. polyantha Korth. verhält sich anscheinend ebenso.

3. Connaraceae. Kletternde Sträucher treten auf in den tropischen Gattungen Connarus, Agelaea, Rourea, Cnestis, Manotes, Taeniochlaena, Paxia und Spiropetalum. Eine Anzahl dieser Sträucher verhält sich wie die Spreizklimmer. Wenigstens theilt mir Schimper mit, dass Connarus ellipticus,

Wallichii, mutabilis buschig mit langen Aesten ohne besondere Klettervorrichtungen als unvollkommene Lianen vegetiren.

Die kletternden Sträucher aus den Gattungen Agelaea und Rourea aber gehören vielleicht sämmtlich zu den Zweigklimmern, und es dürften wahrscheinlich auch die meisten übrigen Lianen der Familie sich diesen anschliessen, worüber noch specielle Beobachtungen anzustellen sind.

Ich fand in der Nähe von Pernambuco eine Rourea-Art als Liane, R. patentinervis Radlk., welche sich in ihrem biologischen Verhalten ganz an Securidaca und die weiter unten behandelten Dalbergien anreiht.

Fig. 29 Taf. III giebt eine Vorstellung von der Art und Weise, wie die an den Langtrieben alternirend stehenden beblätterten Seitenzweige ranken. Sie umfassen die Stützen in ihrer Jugend mit meist einfachen Windungen, können an verschiedenen Stellen solche Umrankungen auch mit ihren Seitenästchen vornehmen und erleiden an diesen Stellen etwas kräftigeres Dickenwachsthum, das aber nicht die Maasse von Dalbergia variabilis (vgl. Fig. 31 Taf. V) erreicht. Dickere Ranken als die abgebildeten habe ich nicht beobachtet. Nach dem Abfallen der Blätter bleiben die nackten holzigen Klammerorgane, an denen dann belaubte kurze Seitenäste sich entwickeln, zurück.

An einigen Herbarpflanzen des Berliner Museums konnte ich gleichfalls Zweigklettern constatiren. Die meisten Connaraceen zeigten allerdings keine gerankten Seitenäste, die ja in der Regel von den Sammlern nicht eingelegt werden, weil sie entweder nicht unter den Inflorescenzen sich befinden oder beim Pressen Schwierigkeiten bereiten. Mit Sicherheit als Zweigklimmer sind folgende zu bezeichnen:

Rourea multiflora Planch. Philippinen.
— obliquifoliata Gilg n. sp. Westafrika.
Agelaea obliqua Bak. Trop. Afr.
— paradoxa Gilg n. sp. Kamerun.

Ob bei gewissen Connaraceen schon ein Dimorphismus der Seitenzweige sich geltend macht, indem bei den rankenden die Blätter reducirt werden, müssen genaue Beobachtungen an Ort und Stelle des Vorkommens entscheiden.

4. Papilionaceae, Dalbergieae. Von den 6 tropischen Gattungen der Dalbergieen, welche Kettersträucher enhalten, gehören Dalbergia, Ecastaphyllum und Machaerium zu den

Zweigklimmern. Für Drepanocarpus und Lonchocarpus ist mir der Klettermodus unbekannt. Deguelia (= Derris) enthält windende Lianen; ob aber alle kletternden Arten dieser Gattung winden, lasse ich dahingestellt. Dalbergia und Ecastaphyllum verhalten sich übereinstimmend und sollen zunächst besprochen werden; sie unterscheiden sich von Machaerium dadurch, dass an den rankenden Zweigen keine Stipulardornen auftreten. Auch stehen sie auf einer niederen Stufe der Anpassung, während innerhalb der Gattung Machaerium der Uebergang von rankenden Laubzweigen zu nackten Zweigranken sich vollzieht.

Eine der häufigsten holzigen Lianen der Umgebung von Blumenau und von Rio ist die Dalbergia variabilis Vog., die bereits von Fr. Müller (Zweigklimmer p. 322 Taf. 1 Fig. 12—19) beschrieben worden ist. An offenen Stellen ausserhalb des Waldes wächst sie buschig mit überhangenden Trieben, im Walde selbst entwickelt sie sich zu einer hochaufsteigenden dickstämmigen Liane. Die jungen Langtriebe tragen in den Achseln ihrer gefiederten Blätter kürzere beblätterte Seitenzweige, welche in ihrer Jugend reizbar sind und an beliebigen Stellen Stützen umfassen können. Auch die an den gerankten Zweigen später entstehenden Zweige 3. Ordnung können Krümmungen ausführen. Die Umrankungen sind wie bei den Securidaca-Arten oft zahlreich und complicirt. Nicht alle Aestchen höherer Ordnung sind gekrümmt, zum Theil bleiben sie gerade, und meist trifft man an älteren Trieben in der Achsel neben dem gerankten Seitenzweig auch einen geraden beblätterten Ast, sei es dass die geradebleibenden keine Stütze gefunden haben, sei es dass an ihnen die Reizbarkeit nicht mehr zum Vorschein kommt. Ueber die zeitliche und räumliche Vertheilung der letzteren auf die Achsen höherer Anordnung bedarf es noch genauerer Beobachtungen. Fig. 30, Taf. V stellt einen ohne Blätter gezeichneten Theil eines jüngeren Langtriebes mit gerankten Aesten dar, einem bei Rio gesammelten Exemplar entnommen. Fig. 31 a, b, c, Taf. V illustrirt das spätere Verhalten solcher Seitenzweige an mehrjährigen Stämmen. Die Verdickung, die sich namentlich nach der concaven Seite zu bemerkbar macht, kann hier bedeutende Maasse erreichen. Die gerankten und verdickten Zweige fungiren viele Jahre hindurch als wirksame Klammerorgane. Dünne Baumstämme können von ihnen umschlungen werden und erleiden dann an den umrankten Stellen im Laufe ihres Dickenwachsthums tiefe Einschnürungen. Wie Fig. 31 c zeigt, wird unter Umständen in für die Pflanze unvor-

theilhafter Weise auch gelegentlich der eigene Stamm von seinem Seitenzweig umschnürt. Der letztere hatte in vorliegendem Falle erst 2 andere Stützen umfasst und zeigt an den betreffendeu Stellen auffallend stärkere Verdickungen.

Dalbergia variabilis steht, ebenso wie Securidaca, noch auf tieferer Stufe des Zweigklimmens. Die Seitenzweige zeigen noch keinen Dimorphismus je nach ihrer Function.

Dalbergia foliolosa Benth. fand ich als Liane in den kleinen Camposwäldchen bei Sitio, Prov. Minas. Sie verhält sich ebenso wie D. variabilis und zeichnet sich auch aus durch die starke Verdickung ihrer gerankten Seitenzweige. An einem beobachteten Exemplare stieg der etwa fussdicke Lianenstamm in schräger Richtung in die Höhe und war mit dicken, holzigen, gerankten Seitenästen nach Art von Fig. 31 a an dünnen Baumstämmen befestigt.

Dalbergia Mülleri n. sp. Taubert, ein in der Prov. Sa. Catharina häufiger Kletterstrauch, welcher bereits von F. Müller (Zweigklimm. p. 323 und Taf. 1 Fig. 20—22) als Dalbergiee erwähnt wird, aber mangels Blüthen von ihm nicht näher bestimmt werden konnte, schliesst sich in seinem Verhalten ganz an die erstere Art an. Die Zweige zweiter und höherer Ordnung zeigen oft sehr complicirte Rankenbildungen, wovon Fig. 32 Taf. V eine Vorstellung giebt. Bei dieser Art scheinen die gerankten Aeste nicht so dick zu werden wie bei D. variabilis, wenigstens habe ich keinen dickeren als die abgebildeten beobachtet.

Bei Beginn der Vegetationsperiode (Sept.) treibt dieser Strauch sehr lange Triebe mit alternirenden, in einer Ebene sich ausbreitenden reizbaren Seitenästen. Dieselben zeigen in hohem Grade vorlaufende Entwicklung der Achsen vor der Blattentfaltung, denn sie waren noch gänzlich blattlos. Erst wenn der Spross seine definitive Länge ungefähr erreicht hat und die Seitenzweige ihre Reizkrümmungen gemacht haben, entfaltet sich das Laub. Gleiches gilt auch für andere Dalbergieen.

Auch in den Tropen der alten Welt giebt es zweigkletternde Arten von Dalbergia, und wahrscheinlich dürften sämmtliche Lianen der Gattung sich übereinstimmend verhalten.

So ist z. B. die tropisch asiatische Dalbergia littoralis nach Mittheilung Schimper's ein typischer Zweigkletterer, bei welchem schon ein Dimorphismus der Zweige sich zum Theil wenigstens bemerkbar macht. Die rankenden Zweige sind nach Schimper nämlich meist nur mit rudimentären Blättern versehen, an einzelnen sind

normale, wenn auch reducirte Blätter vorhanden, und endlich noch andere sind von normalen Kurzzweigen kaum verschieden.

Ekastaphyllum Brownei Pers., ein an der tropisch amerikanischen und auch an der westafrikanischen Küste weit verbreiteter, ausgebreitet ästiger Strauch, ist, obwohl er nicht zu einer eigentlichen Liane heranwächst, merkwürdiger Weise auch ein Zweigkletterer, welcher in ähnlicher Weise wie Dalbergia variabilis mit den beblätterten Seitenzweigen im Stande ist, zu ranken. Aber diese Fähigkeit ist nicht sehr ausgeprägt, denn an manchen Exemplaren bemerkt man kaum etwas von Rankenbildung, an anderen sind nur wenige Aeste mit Windungen um Stützen, meist um Aeste desselben Strauches, versehen, und selten trifft man Exemplare mit reichlichen gerankten Zweigen, die auch keine bedeutende Dicke erreichen. Obwohl man diese Art auch als einen in der Entwicklung begriffenen Kletterstrauch auffassen könnte, an welchem die Fähigkeit der Zweige, zu ranken, sich eingestellt hat, ohne dass der Pflanze dadurch zunächst ein bedeutender Nutzen erwächst, so möchte ich sie eher als eine reducirte Form, als einen aus dem Walde an den Strand gelangten Flüchtling ansehen, welcher von einer typischen Kletterpflanze sich ableitet, nach Analogie von zahlreichen Campossträuchern, die sich ebenfalls als solche reducirte Formen darstellen.

Fast noch häufiger als die Dalbergien trifft man im brasilischen Wald die zahlreichen kletternden Arten von Machaerium als zweigklimmende Lianen an. Zum Theil verhalten sich dieselben im Wesentlichen wie die ersteren, zum Theil aber zeigen sie eine ausgeprägte Differenzirung ihrer Seitenzweige in beblätterte nicht rankende und blattlose rankende. Fr. Müller (Zweigkl. p. 324, Taf. I Fig. 23—29) hat zuerst eine südamerikanische Art dieser Gattung als Zweigkletterer beschrieben unter der Bezeichnung: „Kletterstrauch mit hakentragenden Rankenzweigen aus der Gruppe der Dalbergieen“. Ich habe diese Art ebenfalls bei Blumenau gesammelt, wo Herr Müller mich auf dieselbe aufmerksam machte. Sie erwies sich bei der Bestimmung als Machaerium violaceum Vog. Alle von mir späterhin in der Provinz Rio gesammelten kletternden Arten hatten reizbare Seitenzweige, und es dürfte wohl nicht zweifelhaft sein, dass alle Lianen dieser Gattung zu den Zweigkletterern gehören. Die Exemplare in den Herbarien zeigen in der Regel nichts von den eigenthümlichen Zweigranken, da dieselben unter den Blüthenständen gewöhnlich fehlen. Es finden sich auch merkwürdiger Weise in der systematischen Litteratur keinerlei An-

gaben über die Kletterorgane, obgleich sie den Sammlern als merkwürdige Gebilde hätten auffallen müssen.

Die beobachteten Arten lassen sich in 2 durch Uebergänge verbundene Stufen ordnen. Die einen tragen normaler Weise an den rankenden begrenzten Seitenzweigen noch Fiederblätter, wenn auch nicht an allen Knoten und manchmal nur spärlich, die anderen unterdrücken die Belaubung in der Regel vollständig an diesen Achsen und besitzen somit nackte Zweigranken. Die Uebergangsformen zeichnen sich durch den Besitz sowohl von beblätterten als nackten Rankenzweigen an den Langtrieben aus.

Von sicher bestimmten Arten gehören zu der unteren Stufe:

Machaerium aculeatum Raddi
M. amplum Benth.
M. angustifolium Vog.

Uebergangsformen bilden:

M. tounateifolium Taubert n. sp.
M. brasiliense Vog. (?)

Zu der oberen Stufe gehören:

M. violaceum Vog.
M. oblongifolium Vog.
M. secundiflorum Mart.
M. nigrum Vog.

Die alternirenden Seitenzweige der Langtriebe der Machaerien sind je nach den Arten und Individuen länger oder kürzer, bestehen aus einer grösseren Anzahl von Internodien, die gegen das Ende des Zweiges hin kürzer werden. Sie sind mit Reizbarkeit ausgestattet und umfassen mit Vorliebe dickere Stützen, für die sie speciell eingerichtet erscheinen. Häufig sieht man die Machaerium-Lianen an Bäumen des Waldes in langgezogenen Spiralen aufsteigen und die langen horizontal abgehenden Rankenzweige die Stämme umarmen. Allgemein steht an jedem Knoten des Rankenzweiges ein Paar rückwärts gerichteter kräftiger Stipulardornen, die in höchst wirksamer Weise das Anheften der gerankten Zweige an den Stützen befördern. Auch an den Langtrieben sind in der Regel die Nebenblätter dornig ausgebildet; bei einigen Arten jedoch kommt es vor, dass hier die Stipulae in Form von hinfälligen kleinen Blättchen ausgebildet werden, während sie an den Rankenzweigen verdornt sind. Es ist somit nicht ausgeschlossen, dass die Umbildung der Stipulae zu Dornen zunächst an den reizbaren Seitenzweigen bei dem Uebergang der Pflanze zu kletternder Lebensweise sich vollzog.

An den charakteristischen Dornen sind die Machaerien selbst im sterilen Zustand leicht von den übrigen zweigkletternden Dalbergieen zu unterscheiden.

Was zunächst die auf unterer Stufe stehenden Arten anbelangt, so liegen mir von M. aculeatum Raddi, einem der häufigsten Zweigklimmer der Wälder um Rio, Langtriebe vor, welche das in Fig. 33 Taf. V abgebildete Verhalten aufweisen. Die Seitenzweige bestehen aus ca. 10—14 nach oben kürzer werdenden Internodien. Alle Knoten tragen die Stipulardornen. Die unteren besitzen keine Fiederblätter, wohl aber die obersten, an den einen Aesten mehr, an den anderen weniger zahlreich. An einem Aste z. B. zähle ich 8 ausgebildete Fiederblätter. Nach dem Abfallen derselben bleiben dann die nackten holzigen Rankenzweige zurück, neben denen späterhin aus derselben Blattachsel ein gerader nicht reizbarer beblätterter kürzerer oder längerer Spross hervorkommen kann, wie es vielfach bei Zweigklimmern der Fall ist.

Bei M. amplum Bentham, bei Rio gesammelt, können sämmtliche Knoten der Seitenzweige noch Fiederblätter tragen. Die Zahl der Internodien wechselt.

Ebenso verhält sich M. angustifolium Vog., um Rio auftretend. Bei dieser Art beobachtete ich, dass aus den oberen Knoten der rankenden Seitenzweige zum Theil kurze beblätterte weniggliedrige Aestchen dritter Ordnung hervorkamen, die ebenfalls zu ranken vermochten. Nach dem Abfallen der Blätter haben wir dann zusammengesetzte holzige nackte Zweigranken vor uns. Dieses Verhalten kommt auch gelegentlich bei den anderen Arten vor.

M. tounateifolium Taubert n. sp., ein stattlicher Kletterstrauch mit grossen Fiederblättern, den ich bei Rio sehr häufig antraf, ist interessant als Uebergangsform zwischen der niederen und oberen Stufe.

Untersucht man die jungen reizbaren Seitenzweige, die hier in viel höherem Maasse als bei den vorigen Arten Rankennatur aufweisen, sehr dünn, langgliedrig, mit grossen Stipulardornen versehen sind, so ist zu constatiren, dass einzelne der Seitenäste bereits gar keine Fiederblätter mehr besitzen. An anderen dagegen (vgl. Fig. 34 a Taf. VI) sieht man noch einige wenige Fiederblätter von normaler Ausbildung an einzelnen Knoten, gewöhnlich am 3., 4. und 5., während die oberen Knoten stets blattlos sind. Der Zweig endigt also in eine mehrgliedrige dünne Ranke.

Die Rankenzweige verholzen frühzeitig und verdicken sich nach

der Befestigung an Stützen beträchtlich, verlieren ihre Blätter und können nun entweder unverzweigt bleiben, oder es tritt das in Fig. 34b Taf. VI abgebildete Verhalten ein. Aus einzelnen Achseln der unteren oder mittleren Knoten kommen Seitenäste 3. Ordnung, gewöhnlich nur einer an einem Rankenzweige hervor, die sich zu nicht rankenden geraden Laubsprossen entwickeln. Der Rankenzweig erleidet dabei unterhalb der Abgangsstelle dieser Aeste entsprechend stärkere Verdickung, während sein mehrgliedriges Endstück, wie in der Fig. 34b auch dargestellt ist, dünner bleibt. Es können somit die Rankenzweige hier auch späterhin als Träger von Verzweigungen höherer Ordnung fungiren, eine Erscheinung, die auch bei anderen Machaerien hin und wieder zu beobachten ist und von F. Müller (Zweigkl. p. 325) für M. violaceum Vog. angegeben wird.

Das bei Rio häufige M. brasiliense Vog. scheint sich an vorige Art anzuschliessen, doch fehlen mir jüngere Zweige zur Entscheidung der Frage, ob die Rankenzweige, die im Alter das für M. tounateifolium in Fig. 34b dargestellte Verhalten aufweisen, Blätter an einzelnen Knoten noch erzeugen.

Bei M. violaceum Vog., das sowohl für die Wälder von Blumenau als von Rio charakteristisch ist, habe ich an den jungen rankenden Seitenzweigen der kletternden Langsprosse niemals Fiederblätter aufgefunden. Hier ist in der vegetativen Region des Strauches wenigstens die Differenzirung eine weit vorgeschrittene. Auch zeigt diese Art im Gegensatz zu den vorigen einen Dimorphismus der Stipulae, indem an den Langtrieben keine Dornen, sondern hinfällige kleine Blättchen, die ersteren nur an den rankenden Seitenzweigen auftreten.

Die blattlosen langen Zweigranken haben je nach dem Alter der Pflanze und der Dicke der Triebe verschiedene Länge und Dicke.

Bei Blumenau beobachtete ich junge Pflanzen mit dünnen Langtrieben, deren Ranken sehr dünn und zart, bis 16 cm lang und aus ca. 20 Internodien zusammengesetzt waren und an jedem Knoten je 2 scharfe Stipulardörnchen trugen. An älteren Pflanzen mit kräftigeren Trieben werden die Ranken länger und dicker.

Fig. 35a Taf. II stellt einen Langspross dar, von dem 3 Knoten mit ihren Rankenzweigen gezeichnet sind. Derselbe hat sich an einer Stütze befestigt, indem die letzteren die Stütze mehrmals umarmen. Neben den Rankenzweigen kommt an dem untersten und obersten Knoten ein gerader beblätterter Beispross zur Entwicklung.

Fig. 35 b Taf. V giebt das Bild von älteren holzigen Ranken, deren Enden bereits abgebrochen sind. An dem oberen Knoten entspringt ein gerader beblätterter Beispross.

Aeltere erstarkte Sträucher entsenden sehr kräftige Langsprosse, an denen dann auch die Zweigranken viel länger und stärker entwickelt sind. So stellt Fig. 35 c Taf. V eine Ranke eines solchen kräftigen Triebes von einem bei Rio beobachteten Exemplar dar. Die noch junge Ranke misst an der Basis 3 mm Dicke, im Ganzen ca. 45 cm Länge und hat 17 Internodien.

Die Zweigranken werden später dicker, wenn sie sich befestigt haben, und können dann, wie F. Müller (Zweigkl. p. 325) erwähnt, auch aus ihren Achseln belaubte Seitenzweige erzeugen. In diesem Falle sollen sie unterhalb der Abgangsstellen der letzteren bis zolldick werden können.

In der ersten Jugend sind die Ranken gerade, nach oben vorgestreckt und überneigend. Sehr häufig sieht man die Langtriebe dicht angepresst an dicken Waldbäumen aufsteigen, die sie mit den langen Zweigranken fest umarmen, wie es z. B. die in Fig. 35 c abgebildete Ranke gethan hatte. Uebergänge zwischen rankenden und normalen Zweigen habe ich nicht beobachtet, sie sollen aber nach Fritz Müller vorkommen. Wahrscheinlich treten sie in den obersten Verzweigungen des Kletterstrauchs, wenn sich derselbe am Lichte ausbreitet, auf.

Machaerium secundiflorum Mart., bei Rio beobachtet, verhält sich ebenso wie M. violaceum, und auch das brasilische M. oblongifolium Vog.[1]) besitzt scharf differenzirte blattlose Zweigranken, die bei dieser Art im Allgemeinen aber viel zarter und kürzer sind als bei den übrigen Arten. An kräftigen Langtrieben älterer Pflanzen messen sie bis 12 cm Länge, bestehen aus 11 bis 13 Internodien, wovon das unterste 4 cm lang ist, die folgenden im Mittel 1 cm, die obersten gradatim kürzer. An der Basis messen sie etwa 1 mm Dicke, am oberen Theile nur $^1/_2$ mm.

---

[1]) Von dieser Art verdanke ich Zweige älterer Pflanzen der Freundlichkeit der Herren Dr. Warburg und Prof. Schimper, welche sie aus dem Buitenzorger Garten, Java, mitbrachten, wo dieser brasilische Kletterstrauch merkwürdiger Weise unter dem Namen Desmodium velutinum (Teysmann en Binnendijk, Catalog. secund.) cultivirt wird. Herr Dr. Taubert constatirte die Identität dieser Pflanze mit Machaerium oblongifolium Vog. und erkannte beim Vergleich der Buitenzorger Pflanze mit dem oben erwähnten jungen Exemplar von der Serra da Bica zugleich auch die Zugehörigkeit des letzteren zur nämlichen Art.

Ein junges, mehrere Fuss hohes Exemplar dieser Art, das ich in der Provinz Rio, im Walde der Serra da Bica sammelte, zeichnet sich durch eine bis jetzt für Machaerium noch nicht bekannte Eigenthümlichkeit aus, nämlich durch den Besitz von einfachen Blättern, die auf langem Stiel eine eiförmige, acuminate Spreite tragen, während an älteren Pflanzen im Allgemeinen dreizählige Blätter mit 1 grossen Endfieder und 2 kleineren Seitenfiedern auftreten. Ein von Dr. Schwacke bei Rio gesammelter Blüthenzweig trug ausser den dreizähligen auch gefiederte Blätter mit 2 Fiederpaaren. An den untersten Internodien der Seitenzweige älterer Langtriebe können die einfachen Blätter wiederkehren. Ich vermuthe, dass einfache Blätter allgemeine Verbreitung an den Jugendformen der Machaerien haben. Bei den Bignonieen begegnet uns dieselbe Erscheinung. Blätter, Ranken und die jungen Stengel sind weichhaarig. An den Langtrieben und nicht rankenden beblätterten Seitenästen haben die Stipulae die Form dreieckig zugespitzter Schüppchen, und nur an den Zweigranken sind sie zu kurzen rückwärts gerichteten Dornen metamorphosirt.

Die Zweigranken sind an dem jüngeren Exemplar bedeutend zarter als an den kräftigen Trieben älterer Pflanzen. Sie messen an ersteren etwa 6,5 cm Länge und nur $^1/_3$ mm Dicke in ihrem mittleren Theile, haben 6—8 Internodien und gewähren, abgesehen von ihrer vielgliedrigen Zusammensetzung und ihren Stipulardörnchen den Eindruck von Fadenranken.

Die nachträgliche Verdickung der Zweigranken erreicht bei den Machaerien nie die Maasse wie bei Dalbergia variabilis; dickere Zweigranken als die abgebildeten sind mir nicht begegnet und dürften nur ausnahmsweise sich finden. Diese Organe erinnern in ihrer ersten Jugend schon sehr an Fadenranken, und dürften wahrscheinlich auch spontane Bewegungen ausführen. Sie unterscheiden sich von denselben aber durch ihre frühzeitige Verholzung, Zusammensetzung aus zahlreichen Internodien, die Stipulardornen und durch ihre Descendenz von beblätterten Seitenzweigen.

5. Mimosaceae. In dieser Familie begegnen uns 3 verschiedene Formen von Kletterpflanzen, nämlich bestachelte Spreizklimmer, Blattranker (Entada) und Zweigklimmer ähnlich den Machaerien. Als bestachelte Spreizklimmer beobachtete ich in Brasilien einige Sträucher aus den Gattungen Piptadenia und Mimosa (s. p. 81), während alle von mir angetroffenen kletternden Sträucher der Gattung

Acacia zu den Zweigklimmern gehören. Dieselben zeigen abgesehen von den Dimensionen der Zweigranken Uebereinstimmung in ihrem biologischen Verhalten.

Fig. 36 Taf. VI stellt die reizbaren Kletterorgane dar von der bei Rio als Liane auftretenden Acacia pteridifolia Benth. Wie bei den höher stehenden Machaerien sind die in den Blattachseln der Langtriebe entspringenden reizbaren Seitenzweige blattlos. Sie setzen sich nur aus wenigen Internodien zusammen. Das unterste ist sehr lang, umfasst über $^2/_3$ der ganzen Länge; die oberen 2 Internodien sind nur einige cm lang. Die Blätter sind ganz rudimentär, ihre Narben nach baldigem Abfall kaum zu erkennen. Zahlreiche rückwärts gerichtete Stachelchen, die auch an den Langtrieben und vereinzelt an den Blattspindeln auftreten, unterstützen die Ranken beim Festhalten von Stützen.

Nach der Befestigung tritt Verdickung ein. Während hier, wie aus der Fig. 36 zu ersehen, die Ranken relativ dünn sind und ca. 15 cm Länge messen, erreichen sie bei anderen Arten viel beträchtlichere Maasse. So sind bei A. lacerans Benth. die ausserordentlich stark bestachelten dicken holzigen Rankenzweige bis über 30 cm lang, setzen sich dabei nur aus wenigen (3—4) Internodien zusammen. Fig. 37 Taf. VI giebt die Abbildung von älteren Ranken. An der untersten ist unter der bereits abgebrochenen Spitze aus einem Knoten ein die Hauptranke fortsetzender ebenfalls blattloser Seitenzweig hervorgekommen, während die Ranken für gewöhnlich nur aus 1 Achse bestehen. Die Knoten der unteren Ranke sind in der Figur mit Ziffern bezeichnet. Die langen Ranken krümmen sich in engeren oder weiteren Schlingen um die Stützen, mit denen sie durch ihre Bestachelung in fast unlösbare Verbindung treten. Diese Art wurde bei Rio beobachtet.

Ganz ähnlich verhält sich die am gleichen Ort beobachtete A. velutina DC., eine sehr stattliche stachelige Liane mit ca. 30 cm langen, aus ca. 3—4 Internodien bestehenden blattlosen Rankenzweigen. Das unterste Internodium misst an einer Ranke beispielsweise 11 cm, das 2. 6,5, das 3. 7 cm, das 4. 4 cm, das oberste 1,5 cm. A. plumosa Lowe, sowohl in Sa. Catharina als bei Rio beobachtet, hat dünnere zarte Rankenzweige von den Dimensionen der A. pteridifolia.

Alle diese Acacien haben doppeltgefiederte Blätter, aus deren Achseln späterhin neben den Rankenzweigen auch gerade belaubte Sprosse hervorkommen können, wie bei Machaerium. Auch habe

ich bei A. lacerans beobachtet, dass an einer alten verholzten Ranke an einem der wenigen Knoten ein belaubter Seitenast hervorkam, was ja ebenfalls bei Machaerium vorkommt. Dagegen habe ich Uebergänge zwischen reizbaren blattlosen Zweigen und normal beblätterten bei Acacia nicht beobachtet, vermuthe aber, dass sie bei der einen oder anderen brasilischen Art noch aufzufinden sind. Vielleicht sind die kletternden Acacien grösstentheils Zweigklimmer, es scheinen aber auch einfache bestachelte Spreizklimmer unter ihnen vorzukommen.

Die Acacien sind vorzügliche Kletterer, die im Walde hochgehende Lianenstämme, an offenen Stellen undurchdringliche Dickichte bilden.

Die Ranken erleiden keine beträchtliche Verdickung und scheinen nur einige Jahre in Thätigkeit zu bleiben, um dann abzusterben und abzubrechen, denn an dickeren Stämmen sind sie nicht mehr erhalten.

Nicht nur bei amerikanischen kletternden Acacien treten die reizbaren Rankenzweige auf, sondern auch bei tropisch gerontogäischen, worauf Treub (Ann. Buit. III p. 171) zuerst hingewiesen hat, so z. B. bei A. Intsia W., A. caesia W., A. pluricapitata, A. rugata. Von A. rugata giebt Treub ziemlich lange, auf eine gewisse Reizbarkeit hindeutende Zweige an, die noch, wenn auch wenig, beblättert sind. Bei Acacia caesia treten blattlose, als Ranken dienende Zweige auf, daneben aber auch Uebergänge zu normalen Zweigen. Wenig häufig sind die Uebergangsformen bei Acacia Intsia. Endlich erwähnt auch Treub eine kletternde unbestimmte Species von Caesalpinia mit wohldifferenzirten Zweigranken. Von Caesalpiniaceen sind mir in Brasilien keine Zweigklimmer bekannt geworden und möchte ich die Richtigkeit der Bestimmung bezweifeln.

6. Anonaceae. Klettersträucher haben sich in dieser Familie nur in den Tropen der alten Welt, soweit mir bekannt, herausgebildet. Die Anonaceen gewähren vom phylogenetischen Standpunkt aus Interesse, indem unter ihnen gewöhnliche Spreizklimmer, Zweigkletterer und Hakenkletterer auftreten. Ich verdanke meinem Freunde Schimper hierüber einige Mittheilungen von im Buitenzorger Garten angestellten Beobachtungen, die ich hier kurz wiedergebe, die indessen in Bezug auf die Bestimmung der Arten einer Revision bedürftig erscheinen.

Oxymitra cuneiformis Bl. hat keine Klettervorrichtungen, die Aeste ruhen nur auf ihren Stützen, ebenso Guatteria caffra, Unona Dunalii Wall. und acuta, während eine andere Unona-Art nach Schimper zweigklettert.

Von den Uvarien zeigen einige Arten nur Andeutungen von Zweigklettern, so Uv. javana Dun., purpurea Bl., während Uv. microcarpa Champ. typischer Zweigklimmer mit rankenden beblätterten Zweigen und Uv. rufa Bl. merkwürdigerweise ein Hakenkletterer sein soll. Nach Herbarexemplaren des Berliner Museums sind Uv. trichomalla Bl. und Uv. ceylanica L. ebenfalls typische Zweigklimmer. Artabotrys endlich enthält nur Hakenklimmer.

Auch windende Formen treten auf, wenn es richtig ist, dass Tetrapetalum volubile, wie angegeben wird, windet.

Da sich die reizbaren Haken von Inflorescenzstielen ableiten, die rankenden Zweige aber von gewöhnlichen Laubzweigen, so haben wir also hier in derselben Familie eine Entwicklung von rankenden Organen nach 2 Richtungen hin. —

7. Rhamnaceae. Nach Mittheilung Schimpers soll Berchemia floribunda ein echter Zweigkletterer mit rankenden Zweigen sein. Dies ist mir fraglich, da B. volubilis (N.-Am.) windet. Genauere Beobachtungen über das biolog. Verhalten derselben sind erwünscht.

8. Thymelaeaceae.

Die wenigen kletternden Thymelaeaceen gehören den beiden Gattungen Linostoma und Synaptolepis an. Wie mir Herr Dr. Taubert mittheilt, ist die am Amazonas auftretende Linostoma calophylloides (Meissn.) ein typischer Zweigkletterer. Ein Exemplar derselben, welches Herr Taubert untersuchte, zeigte die gegenüberstehenden sich weiter verästelnden Seitenzweige in ihrer unteren Parthie stark rankenartig gekrümmt und daselbst bedeutend verdickt, in ähnlicher Weise wie es bei Hippocrateaceen vorkommt. Wahrscheinlich gehören die übrigen kletternden Linostomen auch zu den Zweigklimmern.

§ 9.

Hakenkletterer.

Die bis jetzt bekannten Hakenkletterer sind fast alle den Tropen der alten Welt eigenthümliche Klibrettosträucher. Nur Strychnos und Ourouparia haben auch im tropischen Amerika Vertreter.

Die Hakenkletterer besitzen haken- oder krallenförmige oder auch etwas eingerollte kräftige blattlose Kletterorgane von Caulomcharakter, welche reizbar sind und, wenn sich eine Stütze in ihnen gefangen hat, infolge des Contactreizes eine stärkere Einkrümmung erfahren und sich dann oft sehr bedeutend durch secundäres Dickenwachsthum ihres Holzkörpers verstärken.

Entweder sind diese Kletterhaken reizbar gewordene gekrümmte Dornen (Olax, Luvunga) oder in der Mehrzahl der Fälle durch Metamorphose aus Inflorescenzstielen hervorgegangen. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, dass an solchen bereits metamorphosirten Caulomen die Blattbildung schon eine rudimentäre ist und dass namentlich an Inflorescenzstielen leicht Reizbarkeit in verschiedener Form hervortreten kann. In letzterem der beiden genannten Fälle können die Haken ausser ihrer Function als Klammerorgane auch noch als Blüthenträger fungiren (Artabotrys), in den extremen Fällen jedoch dienen sie ausschliesslich als Befestigungsorgane. Bei den Lianen mit fadenförmigen Achsenranken begegnet uns innerhalb der Gattung Vitis eine ähnliche Erscheinung bezüglich der Rankenbildung, indem es auch dort noch Arten giebt, deren rankende Inflorescenzstiele normaler Weise Blüthen tragen.

Fritz Müller hat (Notes on some climb. pl. p. 344, und Zweigkl. p. 325) zuerst in Strychnos triplinervia einen hierher gehörigen Vertreter bekannt gemacht, den er als höchste Stufe der Zweigklimmer ansieht. Sodann hat Treub (Ann. Buitenzorg III 1882) die übrigen Formen dargestellt und zu einer neuen Gruppe von Kletterpflanzen „plantes grimpantes à crochets“ zusammengefasst. Unter Hinweis auf diese Abhandlungen gebe ich hier eine kurze Zusammenstellung der bislang bekannt gewordenen Vertreter.

a) Kletterhaken aus Dornen hervorgegangen.

1. Olacaceae. Nach Treub (Ann. Buit. III p. 68, Taf. XII) sind einige Arten von Olax, wie Olax scandens z. B., typische Hakenklimmer. An den meisten Zweigen, besonders denen höherer Ordnung fand Treub einen Kletterhaken in der Achsel des ersten Blattes, meist einen zweiten in der zweiten Blattachsel und zuweilen einen dritten und vierten in den folgenden. Die Haken sind nach unten gegen die Tragachse zu etwa einer $^3/_4$ Spiralwindung eingebogen, dünn, hart, verholzt, aber an der Spitze etwas biegsam. Hat sich eine Stütze in denselben gefangen, so kommt die Contactreizbarkeit

zur Geltung, bewirkt stärkere Einrollung und ein kräftiges Dickenwachsthum, so dass vielmals dickere holzige Klammerorgane (Treub, Fig. 15) zu Stande kommen, welche Roxburgh mit den Hörnern des Rhinoceros in der Form vergleicht.

Treub hebt hervor, dass die „crochets" von Olax den morphologischen Werth von Zweigen haben, zumal man noch an der Spitze junger Kletterhaken kleine Blattanlagen vorfindet und meint, für Olax brauche man nicht anzunehmen, dass die crochets aus Dornen hervorgegangen seien.

Da aber Dornen auch sonst noch bei Olacaceen vorkommen und die Kletterhaken in ihrer ganzen Bildung solchen abgesehen von der Reizbarkeit gleichen, so halte ich es für wahrscheinlicher, dass die metamorphosirten Kurztriebe zunächst Dorncharakter erhielten und dann erst zu Kletterhaken wurden. Ich weise darauf hin, dass alle typischen Zweigklimmer durchaus keine Neigung zeigen, ihre rankenden Zweige, selbst wenn die Blattbildung an denselben zurückgeht, zu verkürzen und zu dornigen Gebilden umzubilden. Die Endform des rankenden Seitenzweiges ist die lange vielgliedrige Zweigranke von Machaerium. Der Uebergang von Dornen zu Kletterhaken ist ein einfacher, weil an ersteren schon an und für sich die Blattbildung unterdrückt oder kümmerlich ist.

2. Rutaceae, Aurantieae. Bei den Aurantieen treten vielfach axilläre blattlose dornig ausgebildete Kurztriebe auf, die bei Luvunga nach Treub (Ann. Buit. III p. 66 u. Taf. XII) die Eigenschaft reizbarer Kletterhaken annehmen. Bei Luvunga eleutherandra sind nach Treub entweder alle oder wenigstens die in den oberen Regionen der Zweige befindlichen Dornen zu abwärts gerichteten und in der Spitze mehr oder weniger halbkreisförmig eingebogenen harten und zugespitzten Kletterhaken umgewandelt Uebergangsformen trifft man häufig an. Kommt eine Stütze in einen solchen Haken, so tritt eine ganz ausserordentliche Verdickung ein.

Auch die verwandte Gattung Paramignya enthält Hakenklimmer, so nach Mittheilung Schimper's P. armata.

b) Kletterhaken aus Inflorescenzstielen entstanden.

3. Anonaceae. Typische Hakenkletterer sind charakteristisch für Artabotrys-Arten, von denen Treub (Ann. Buit. III p. 58ff.) A. odoratissimus R. Br. (Taf. X), A. suaveolens Bl. (Taf. XI),

A. Blumei Hook. fil. et Th. (Taf. XI) zuerst in Bezug auf das biologische Verhalten bekannt gemacht hat.

Bei A. odoratissimus stehen die reizbaren und nach Befestigung sich stark verdickenden Haken zu einem an den Seitenzweigen der mit rudimentären Blättern besetzten Langtriebe. Die Haken erzeugen kleine alternirende Blättchen; aus der Achsel des ersten und zweiten derselben entspringen die Blüthenstände, kurze Trauben, auf der convexen Aussenseite des Hakens. Diejenigen Haken, welche wohlentwickelte Blüthen oder Früchte tragen, sind fast niemals an einer Stütze befestigt, auch nicht oder nicht stark verdickt. Somit wird mit der Uebernahme der Function als Rankenorgan die Blüthenbildung an den Haken unterdrückt.

A. suaveolens trägt an den hier längeren beblätterten Seitenzweigen der mit Blattrudimenten versehenen Langtriebe wenigstens 3 Kletterhaken, und auch noch an den Zweigen höherer Ordnung treten Haken auf. Sind die Langtriebe sehr lang, so können die untersten Seitenäste gänzlich hakenfrei bleiben, eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise bei den Rankern wiederkehrt. Auch hier tragen die befestigten und verdickten Haken in der Regel keine Blüthen; die nicht befestigten, reichlich blühenden verdienen kaum noch den Namen von Haken. Es zeigt sich somit schon der Beginn einer schärferen Differenzirung und Arbeitstheilung in den Hauptaxen der inflorescenztragenden Aeste.

A. Blumei ist in dieser Beziehung weniger weit vorgeschritten. Sie hat normal beblätterte Langtriebe mit je einem Haken an den Seitenzweigen. Hakenfreie Zweige sind weit weniger selten als bei den vorigen Arten, und an manchen Haken treten Blüthen und Früchte auf.

Hakenkletterer sind ferner A. zeylanica Hook. fil. et Th., A. madagascariensis Miq., A. Cunningiana Vidal und viele andere. Nach Mittheilung von Schimper ist auch Uvaria rufa Bl. ein Hakenkletterer.

Im Vergleich zu den übrigen Hakenkletterern ist bei Artabotrys die Arbeitstheilung zwischen nicht blüthentragenden Inflorescenzaxen von Rankennatur und blüthentragenden noch nicht scharf durchgeführt.

4. Linaceae. Treub (Ann. Buit. III p. 70) weist darauf hin, dass die Klettersträucher der Gattung Hugonia auch Haken

ähnlich denen von Strychnos und Uncaria besitzen, Planchon sieht dieselben als Pedunculi mit abortirten Blüthen an.

Der Form nach ähneln die Haken denen von Olax. Eine von Reiche in Nat. Pfl.fam. III 4 p. 33 gegebene Abbildung von der ostindischen Hugonia Mystax L. zeigt an den Seitenzweigen unter dem endständigen Blatt- und Blüthenbüschel je 2 Haken. Der Dimorphismus zwischen Blüthenstielen und Kletterhaken ist hier somit schon scharf ausgeprägt.

Roucheria, nahe verwandt mit Hugonia, mit 4 Arten in Guiana scheint dagegen keine Kletterhaken zu besitzen, wenigstens giebt Reiche (l. c. p. 34) keine solchen an, und auch an den Exemplaren des Berliner Museums konnte ich nichts davon bemerken.

5. Dipterocarpaceae. Alle Arten der tropisch gerontogäischen Gattung Ancistrocladus sind Klettersträucher mit wohlausgebildeten „crochets". Treub beschreibt (Ann. Buit. III p. 54 Tfl. IX) die sich gleich verhaltenden Arten A. Vahlii und pinangianus.

Die langen aufrecht wachsenden Triebe haben fast rechtwinklig abstehende hakentragende Seitenzweige, welche Sympodien vorstellen, deren Glieder (5, gewöhnlich 6 an Zahl) in je einem etwas spiralig eingerollten, starken sich nach dem Erfassen von Stützen bedeutend verdickenden Kletterhaken endigen. An den Hakensympodien treten nur einige rudimentäre Blättchen auf. Später entspringt auf dem zweiten Haken eines jeden Sympodiums in der Achsel eines der rudimentären Blättchen ein beblätterter büscheliger und blüthentragender Trieb, welcher sich zu einem Langtrieb mit seitlichen Hakensympodien verlängern kann.

Wenn ein Hakensympodium nur mit den unteren Haken Stützen erfasst hat, stirbt die obere Parthie bis zu dem beblätterten Trieb ab und fällt schliesslich ab. Der Contactreiz ist somit von grossem Einfluss auf die spätere Gestaltung der Hakensympodien.

Treub hebt hervor, dass er keinerlei Uebergänge der Haken zu Blüthenstielen oder Laubzweigen gefunden habe. Die Haken seien vielmehr morphologisch scharf charakterisirte Gebilde von bestimmter Stellung im Aufbau der Pflanzen, und daher bezeichne Ancistrocladus eine höhere Stufe in der Reihe der Hakenklimmer.

Dass aber die Haken der vorliegenden Gattung durch Umbildung aus Pedunculi hervorgegangen sind, macht die Abbildung des ostindischen Ancistrocladus Heyneanus (Wall.) in Wight, Icones VI

Taf. 1987 wahrscheinlich. Das abgebildete Zweigende zeigt sympodialen Aufbau, die Sympodienglieder schliessen ab mit mehrgliedrigen Hakensympodien, von denen die unteren dicht bei den Haken seitliche beblätterte Kurztriebe mit dichotomischen Inflorescenzen tragen, die oberen dagegen blattlos sind, aber zum Theil an Stelle der letzten Haken Blüthen aufweisen. An den unteren Hakensympodien sieht man hier und dort an Stelle der Haken eine auf hakenförmigem, nach unten gerichtetem Stiel sitzende Blüthe, also Zwischenformen zwischen einem Kletterorgan und einem normalen Pedunculus. Diese Art ist demnach noch nicht so weit vorgeschritten wie die von Treub untersuchten, falls sich bei denselben nicht auch noch solche Uebergangsformen auffinden lassen.

6. Loganiaceae. Die kletternden Strychnos-Arten zeichnen sich wohl sämmtlich durch scharf differenzirte und keine Uebergänge zu Blüthenstielen oder Blattzweigen darbietende Kletterhaken[1]) aus. F. Müller (Zweigkl. p. 325) hat dieselben für Str. triplinervia Mart. Südbrasiliens zuerst genauer bezüglich ihres Verhaltens beschrieben und ist der Ansicht, welche auch Blume (Rumphia I p. 67) für Str. Tieute und Treub (Ann. Buit. III p. 71) für diese und andere Arten theilen, dass die Kletterhaken hier umgewandelte kurze Zweige vorstellen, also nicht aus Blüthenstielen hervorgegangen seien. F. Müller betrachtet Strychnos triplinervia somit als höhere Entwicklungsstufe der Zweigklimmer. Allerdings haben die Haken dieselbe Stellung wie belaubte Seitenzweige in den Blattachseln, aber auch bei Str. triplinervia sind die Blüthenstände nicht sämmtlich endständig, bei anderen Strychnos-Arten (wie Str. Tieute, Rumphia I Tfl. 24) sind die Inflorescenzen in gleicher Weise wie die Haken blattwinkelständig und nach Treub stehen bei Str. nigricans[2]), Str. laurina, Str. minor je 2 Ranken nebeneinander am Ende der Seitenzweige in den Achseln eines rudimentären Blattpaares, während die Endknospe dazwischen abortirt. Hier haben die Rankenpaare dieselbe Stellung wie die Inflorescenzen. Bei Strychnos toxifera (Abb. in Fl. brasil. VI_1 taf. 73) finden wir sogar 3 Ranken am Ende eines Seitenzweiges zusammenstehend, ganz den cymösen Inflorescenzen in der Stellung entsprechend. Von den 3 Ranken entspricht die mittelste der Hauptaxe der Cyma; die beiden seitlichen sind gestielt, tragen am Ende des Stiels ein Hochblattpaar und entspringen aus

[1]) Abb. der Haken einiger Arten giebt Solereder in Nat. Pfl.fam. IV 2 p. 39.
[2]) Abb. s. Fl. brasil. VI 1, Tfl. 79.

den Achseln eines Hochblattpaares am Grunde der Endranke. Sie entsprèchen den beiden untersten Seitenästen der Inflorescenz.

Aus der blossen Stellung der Ranken ist somit kein Schluss auf die Zweignatur gestattet. Ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die Haken aus unfruchtbar gewordenen Pedunculi hervorgegangen sind und dass sie zugleich mit ihrer scharfen Differenzirung eine gewisse Selbständigkeit in der Stellung an den Achsen gewannen und bei gewissen Arten nun auch dort entwickelt wurden, wo normaler Weise keine Inflorescenzen erzeugt werden. Allgemein finden wir auch bei Achsenranken, die wir ohne Zweifel als metamorphosirte Inflorescenzen ansehen (Sapindaceen, Cissus etc.), dass dieselben auch in die unteren nie blüthentragenden Regionen der Triebe herabsteigen.

Die Haken haben ausserdem in ihrer ganzen Bildung mehr Beziehungen zu den Hauptstielen der cymösen Inflorescenzen, als zu beblätterten Seitenzweigen. An ganz jungen noch geraden Ranken von Str. triplinervia sieht man dicht unter der Spitze noch ein rudimentäres Blattpaar (Fig. 38a Taf. VI). Ein solches tritt auch an der Abgangsstelle der beiden seitlichen, untersten Hauptäste der Cyma auf. Wie die Inflorescenzachse selbst ist auch der Kletterhaken eine begrenzte Achse. Dass mit der Uebernahme der Kletterfunction an den Pedunculi die Blüthen rückgebildet werden, haben wir bei Artabotrys gesehen, und so ist der Uebergang von Pedunculi zu den Haken viel leichter möglich, als von anfangs unbegrenzten, seitlichen, normal beblätterten Zweigen.

Strychnos triplinervia Mart. ist ein sehr häufiger Kletterstrauch in der Umgebung Blumenau's, der an offenen Stellen sich auf Gesträuch legt, im Wald aber auch zu einer in die Baumkronen hinaufsteigenden dickstämmigen Liane sich entwickelt.

Die Langtriebe tragen opponirte Seitenzweige, welche sich alle mehr oder weniger regelmässig in eine Ebene stellen, zumal wenn der Langtrieb geneigt ist. Die Seitentriebe allein tragen die eigenthümlichen etwas spiralig eingerollten, kräftigen, harten, verholzten aber elastischen Hakenranken (Fig. 38, b, c, Taf. VI), die in ihrer ersten Jugend weich und grade sind, am Ende ein rudimentäres vergängliches Blattpaar tragen (Fig. 38 a Taf. VI) und sich beim Einkrümmen in der Mitte etwas verdicken.

Nicht alle Blattpaare der Langtriebe erzeugen opponirte Seitenzweige, sondern zwischen diesen findet man gewöhnlich 1, 2 oder 3 Blattpaare ohne Achselspross. Immer werden die Seitenzweige, eventuell unter Drehung der Langtriebe, möglichst in eine Ebene

gestellt. Die Haken finden sich an den beblätterten Seitenzweigen in der Regel zu 2, in der Achsel der nach unten schauenden Blätter des 2. und 4. Blattpaares; bei mehr als 2 Ranken auch des 6., 8. etc. Blattpaares. Die Tragblätter der Haken verkümmern gewöhnlich zu linealen Zipfeln (Fig. 38 a, b, c Taf. VI); durch Drehungen der Blattstiele stellen sich alle Blätter annähernd in die Verzweigungsebene des ganzen Sprosses und so kommt es, dass an übergeneigten, einem grossen Fiederblatt vergleichbaren Trieben alle Haken nach unten gerichtet sind, eine zweckmässige Anordnung, die das Ergreifen der Stützen wesentlich erleichtert, zumal die Tragbläter infolge ihrer Verkümmerung nicht im Wege stehen.

In den elastischen Spiralhaken fangen sich die Stützen sehr leicht und sicher bei Bewegung des Geästes durch Wind. Von der nachträglichen starken Verdickung befestigter Haken geben Fig. 38 d, e, f Taf. VI eine Vorstellung. Ist die Stütze zu dick für die innerste Windung, so biegt sich diese zur Seite. Die holzigen Klammern bleiben mehrere Jahre an der Pflanze.

7. Rubiaceae. Nur die zur Tribus der Naucleae gehörige Gattung Ourouparia Aubl. (= Uncaria [1]) enthält hakenkletternde Sträucher im tropischen Asien, 1 in Afrika und 2 auch in Amerika.

Treub (Ann. Buit. III p. 46 ff., Taf. VII) beschreibt den Klettermodus mehrerer hierhergehöriger Arten.

Uncaria ovalifolia Roxb. ist ein kräftiger Kletterstrauch, dessen Langtriebe fast rechtwinklig abstehende Seitenzweige tragen, von denen die meisten Kletterhaken, 2 an jedem Knoten in den Achseln, von abgeplatteter Form und schon sehr frühzeitig definitiv ausgebildet, besitzen.

Die Haken sind hier unzweifelhaft den Basaltheilen der Inflorescenzstiele homolog und Treub fand alle Uebergangsformen zwischen normalen Pedunculi und wohl entwickelten Haken (vgl. seine Fig. 1, 2, 3). Die Pedunculi tragen unter der Mitte 4 grüne Involucralbracteen und am Ende ein kugeliges Blüthenköpfchen; bei den Uebergangsformen verkümmert das Köpfchen immer mehr, das Involucrum rückt durch stärkere Ausbildung und Krümmung des Basaltheiles an die Spitze und wird schliesslich ganz rudimentär an den entwickelten Haken. Die Haken werden frühzeitig hart, indem

[1]) Abb. v. U. Gambir Roxb. in Engl. Prantl IV 4 p. 56 und Berg und Schmidt. Atlas der Offic. Pfl. 2. Ausg. Taf. 12.

sie secundäres Holz, vorwiegend aus verholztem dickwandigen Libriform bilden. Nach der Befestigung an Stützen tritt eine namhafte Verdickung ein. (Treub Fig. 6, 7, 8.)

U. sclerophylla Hunt., ferrea Bl., verhalten sich ebenso, ähnlich auch U. athemiata. U. glabrata ist dadurch interessant, dass bei dieser Art die Blüthenköpfchen häufig abortiren, ohne dass die Pedunculi sich in Haken umwandeln. Sie bleiben pfriemförmig zugespitzt, was auch zuweilen bei U. ovalifolia vorkommt. Die Haken dieser Art sind nicht so stark wie bei letzterer und die Pflanze klettert auch weniger gut.

U. Horsfieldiana zeichnet sich aus durch sehr zahlreiche kleine Haken.

Von den 2 amerikanischen Arten sei erwähnt Ourouparia guianensis Aubl. im nördlichen Brasilien, von welcher Schumann in Flora brasil. VI 6 p. 131 Taf. 95 einen Zweig mit einem Krallenpaar abbildet. Die Pedunculi sind hier ungleich länger und dünner als bei U. ovalifolia und dementsprechend auch die Haken.

Bei den Ourouparien ist die Arbeitstheilung zwischen Pedunculi und Haken schon bedeutend weiter vorgeschritten als bei den Anonaceen, die unter den Hakenkletterern meiner Ansicht nach noch am tiefsten stehen, während Strychnos und gewisse Ancistrocladus-Arten die höchst entwickelten Formen vorstellen.

§ 10.

Uhrfederranker.

Die Uhrfederranken nehmen bezüglich ihrer Ausbildung und Function eine vermittelnde Stellung ein zwischen Reizhaken und Fadenranken. Wie die letzteren und die Mehrzahl der ersteren sind sie hervorgegangen aus reizbar gewordenen Infloreszenz- oder Blüthenaxen. Von den Fadenranken von Achsennatur unterscheiden sie sich dadurch, dass sie frühzeitig hart werden, und sich in einer Ebene uhrfederartig aufrollen zur Bildung einer lockeren elastischen Spirale, in welcher sich die Stützen in ähnlicher Weise fangen wie bei den Reizhaken. Mit letzteren haben sie überhaupt vieles gemeinsam, sind aber viel dünner, länger, elastischer und stärker eingerollt, dabei wenigstens bei den charakteristischen Vertretern, den Sapindaceen und Bauhinien von oben nach unten abgeplattet. Am meisten nähert sich unter den Hakenklimmern Strychnos diesen Formen, während Gouania ihnen noch näher steht und deshalb auch zu ihnen gerechnet werden soll. Bei gewissen Uhrfederranken kann auch ein spiral-

iges Zusammenziehen des untern nicht befestigten Rankenstammes eintreten, was bei den holzigen kurzen Reizhaken nie der Fall ist. Reizbar sind die Uhrfederranken auf der Unterseite, sie krümmen sich nach dem Einfangen von Stützen stärker ein, und verdicken sich beträchtlich, doch nur ganz ausnahmsweise in solchem Maasse wie die Reizhaken. Auch zwischen Uhrfederranken und Fadenranken giebt es vermittelnde Formen, wie zum Beispiel Reissekia. Manche Fadenranken sind an der Spitze etwas eingekrümmt und zeigen darin den Anfang eines ähnlichen Verhaltens. Reizhaken, Uhrfederranken und Fadenranken sind selbständig neben einander zur Ausprägung gekommene besondere Formen von rankenden Organen.

1. Rhamnaceae. In dieser Familie enthält zunächst die tropische Gattung Gouania Lianen mit sehr kräftigen, an Kletterhaken erinnernden Uhrfederranken.

G. urticaefolia Reiss., ein in Südbrasilien, bei Blumenau, häufiger Kletterstrauch soll als Beispiel beschrieben werden. In der vegetativen Region entspringen aus den Blattachseln der Langtriebe zunächst kürzere 2gliedrige Seitenzweige; das unterste Internodium ist einige Centimeter lang und trägt an seinem Ende ein normales Laubblatt mit 2 winzigen Nebenblättchen; das zweite Glied ist zu einer kräftigen, spiralig eingerollten Ranke ausgebildet (vgl. Fig. 39 a Tfl. VI). Die kurzen rankentragenden Seitenzweige sind 2gliedrige Sympodien, die Ranke ist das Achselproduct des einen Laubblattes, während die Endknospe verkümmert, in einzelnen Fällen aber auch noch sichtbar bleiben kann. Anders dagegen in der Blüthenregion; hier entwickelt sich die Endknospe zu einer langen Blüthentraube oder Aehre und die Ranke steht als Achselproduct am Grunde der Inflorescenz. Allerdings tragen nicht alle Inflorescenzen solche Ranken. Ich betrachte die Ranke nach Analogie der übrigen Ranken als einen metamorphosirten Blüthenstiel und die Kurztriebe in der vegetativen Region der Langtriebe würden somit Inflorescenzzweigen entsprechen, an denen die Aehre in ihrer Entwicklung gehemmt worden ist.

Wenn sich eine Stütze in der Ranke gefangen hat, verdickt die letztere sich um das Doppelte oder Dreifache, verholzt und auch das untere Internodium des Kurztriebes wird kräftiger. Das Laubblatt des Rankenzweiges fällt später ab, ebenso das Tragblatt, so dass an älteren Stengeln die nackten gestielten holzigen Ranken übrig bleiben (Fig. 39 b Tfl. VI). Neben dem Rankenzweig kommt nun

aus derselben Blattachsel des Langtriebes ein Laubtrieb zur Entfaltung, der zu einem Langtrieb auswachsen kann. (Fig. 39 b Tfl. VI.)

Aehnlich verhält sich G. mollis Reiss., ein stark behaarter, im Gebüch kletternder Strauch der Campos von Minas geräes. Nur sind hier an den rankentragenden Seitenzweigen anstatt des einen zwei gerade untere Internodien, also auch 2 Laubblätter unter der Ranke vorhanden.

Mit geringen Variationen scheinen die übrigen Gouanien sich alle ähnlich wie die beiden genannten zu verhalten. So gleicht z. B. G. tiliaefolia (Roxb. I Tfl. 98) ganz der G. mollis.

Die zu der Tribus der Ventilagineae gehörige Gattung Ventilago enthält u. A. ebenfalls Kettersträuche mit Ranken. So giebt Brandis (Forestflora p. 96) für die ostindischen V. calyculata holzige „Tendrils" an und theilt mir mit, dass diese ganz ähnlich wie die von Gouania beschaffen seien. Auch V. maderaspatana Gärtn. soll hakenförmige Kletterorgane besitzen (Huth p. 214), doch müssen die Arten noch näher untersucht werden, denn Schumann (Flora von Kaiser-Wilhelm-Land p. 72) bezeichnet V. microcarpa als Windestrauch. Herbarexemplare von V. maderaspatana und bombayensis Dal. im Berliner Museum zeigten keine Haken und machten eher den Eindruck als ob diese Sträucher zu den Zweigklimmern gehörten.

Die zu der Gouanieae gehörige Gattung Helinus (mit 3 Arten in Afrika, Ostindien) schliesst sich enge an Gouania an. Inflorescenztragende Herbarzweige von der ostindischen H. lanceolata Brandis sowie von der südafrikanischen H. ovata E. M., die ich im Herbarium Brandis sah, zeigten dieselben morphologischen Verhältnisse wie Gouania mollis; die Ranke stand an den Seitenzweigen in der Achsel des dritten Laubblattes, die beiden vorausgehenden Blätter hatten entweder in der Achsel nichts oder langgestielte Blüthenknäuelchen, wie sie auch an Achseln der oberen nach und nach kleiner werdenden Blätter des Zweiges auftreten. Die Ranke dürfte auch hier einem Pedunculus entsprechen. Uebergangsformen sind mir allerdings nicht zu Gesicht gekommen.

Die Ranken von Helinus sind verholzte, elastische, spiralig in einer Ebene eingerollte Uhrfederranken, nur kleiner und dünner als bei Gouania; sie erinnern sehr an diejenigen von Bauhinia.

Bei der 3. Gattung der Gouanieae, Reissekia, dagegen haben wir keine typischen Uhrfederranken. Die einzige Art, R. cordifolia Steud., ein bei Rio sehr häufiger dünnstengeliger, in Hecken und

Gebüsch rankender Strauch, zeichnet sich durch sehr dünne, lange, fadenförmige und höchst wahrscheinlich auch nutirende Ranken aus, die an der Spitze sich allerdings auch bald etwas einrollen, in der ganzen Bildung aber mehr an die Fadenranken erinnern.

Interessant ist, dass die rankentragenden Seitenzweige der Langtriebe morphologisch denen von G. urticaefolia genau entsprechen, also zweigliedrige Sympodien darstellen; nur ist hier die Rankennatur ausgeprägter, indem von dem Blatt am Ende des unteren grade bleibenden Internodiums alles bis auf die 2 kleinen Nebenblättchen unterdrückt ist, so dass der ganze Seitenzweig den Eindruck einer einheitlichen Ranke macht (vgl. Fig. 40, a, b Taf. VII), um so mehr als auch der untere Theil sich später an der spiraligen Einrollung betheiligen kann. Diese 2 gliedrigen Ranken entsprechen auch hier ganz dem unteren Theile der Inflorescenzzweige, die auch am Ende ihres ersten Internodiums zwei winzige Nebenblättchen mit unterdrücktem zugehörigen Blatt, dazwischen eine einfache Ranke als Achselproduct des letzteren tragen und nun in ihrem oberen Theile aus ihren hochblattähnlichen Blättern gestielte Trugdolden erzeugen. Wenn dieser ganze obere Theil des Inflorescenzzweiges nicht zur Ausbildung gelangt, so haben wir die zweigliedrige sympodiale Ranke vor uns. Bemerkenswerth ist, dass das untere lange Internodium der Inflorescenzzweige keine Rankennatur besitzt, sich nicht spiralig einrollt, sondern grade bleibt, im Gegensatz zu dem Verhalten derselben an den ausschliesslich rankenden Zweigen der vegetativen Region. An den Inflorescenzzweigen entspricht die einfache Ranke ganz dem zweiten Gliede der in Fig. 40 Taf. VII abgebildeten 2 gliedrigen Ranken, ist aber besonders an den obersten Inflorescenzzweigen kürzer und gleicht etwas mehr einer Uhrfederranke.

2. Caesalpiniaceae. Nur die Gattung Bauhinia zeichnet sich durch Uhrfederranken aus, von denen auch Warburg (p. 635) richtig hervorhebt, dass sie sich mehr an die Treub'schen Hakenranken, besonders Strychnos, anschliessen.

Sie finden sich nach Urban (Ber. Bot. Ges. 1885 p. 85) bei den meisten Arten der Section Phanera und bei allen der Sectionen Tylosoma, Loxocalyx, Lasiobema sowie bei der neuweltlichen Section Schnella.

Urban bezeichnet sie nur als umgewandelte Achsen höherer Ordnung und sagt (p. 85), dass er niemals einen Rückschlag zu normalen Zweigen beobachtet habe. F. Müller (Climb. pl. p. 345) betrachtet sie als modificirte Zweige, als höhere Entwicklungsstufe

der Zweigklimmer. Ich halte dagegen ihren phylogenetischen Ursprung aus Blüthenstielen für wahrscheinlicher als aus beblätterten Seitenzweigen, und wenn sie auch in den unteren vegetativen Theilen der Pflanze, die sonst nie Blüthen tragen, auftreten, so kann diese Thatsache nicht als Grund gegen die erstere Ableitung geltend gemacht werden, wie ich schon oben bei Strychnos hervorgehoben habe.

Was die Stellung der Ranken an den Seitenzweigen der Langtriebe anbelangt, so ist dieselbe eine ähnliche wie bei Gouania und zeigt sich im Wesentlichen bei allen Arten, soweit ich beurtheilen kann, übereinstimmend. Sie entspringen (Urban, p. 85) meist 1—5 cm hoch über der Basis der Zweige zu 1, 2, seltener zu 3 je aus der Achsel von Hoch-, seltener von Laubblättern, die meist opponirt, seltener zu dreien in einen Quirl gestellt sind; oberhalb derselben entwickelt sich der Zweig entweder als Blüthentraube (an den oberen das Licht erreichenden Theilen der Liane) oder als kurzer Laubspross oder er verharrt im Knospenstadium.

Fig. 41, a, b, c, d Taf. VII stellen Ranken dar von einer bei Blumenau in Südbrasilien häufigen neuen Bauhinia-Art dar, die auch im anatomischen Theil wegen ihrer dünnen bandförmigen stark gewellten Stämme Erwähnung finden wird. Leider konnte ich keine Blüthen und Früchte von derselben erlangen, so dass das Material zur Beschreibung nicht ausreicht. Diese Blumenauer Bauhinia trägt stets Doppelranken an den Kurzzweigen. Die Langtriebe zeichnen sich wie überhaupt bei den waldbewohnenden Bauhinia-Lianen aus durch vorlaufende Entwicklung der Kletterorgane. Lange Schösslinge sieht man im Unterholz aufsteigen, welche in den Achseln ihrer rudimentären Blätter seitliche alternirende gestielte Doppelranken tragen (Fig. 41, d, Taf. VII); zwischen den Rankenästen sieht man die Endknospen der Kurztriebe, die erst viel später langsam von unten nach oben sich entfalten, wenn die Ranken gefasst haben, in der Mehrzahl der Fälle aber in den unteren Regionen der Langtriebe sich gar nicht zu entwickeln scheinen. Eine reiche Verästelung dieser Langtriebe, die nur hier und da einen Langspross abgaben, tritt dann erst in den oberen Regionen ein, wenn die Langsprosse zu Licht und Luft in die Baumkronen gelangt sind. Indem nun die gestielten Rankenzweige in den unteren Regionen der Langtriebe nach und nach abfallen, kommen die langen nackten Lianenstämme zu Stande, die man so häufig vom Grunde des Waldes bis in die höchsten Kronen aufsteigen sieht.

Fig. 41, a Taf. VII stellt junge Rankenzweige dar, Fig. 41, b

eine etwas ältere, an dem die Endknospe zu einem zweizeilig beblätterten Laubspross auswächst. Fig. 41, c endlich eine ältere Doppelranke, die sich befestigt und verdickt hat, und ebenfalls den Laubspross entwickelt zeigt.

Doppelranken finden sich ferner constant bei den brasilischen B. angulosa Vog., und rubiginosa Bong.

An den Blüthenständen der Bauhinien findet man häufig eine oder zwei Ranken unter der Traube, die dann dem beblätterten Spross am Ende der in der vegetativen Region stehenden Rankenzweige entspricht (vgl. z. B. die Abbildung von B. Raddiana in Fl. brasil. XV2 Taf. 52). Aber nicht überall tragen die Blüthenstände Ranken. Die Ranken stehen im ersten Fall in Achseln rudimentärer Blätter genau so wie die Blüthen und scheinen durch Umwandlung von Blüthenstielchen hervorgegangen zu sein.

In einzelnen Fällen bleibt das unterhalb der Ranke stehende Internodium sehr kurz und es macht dann den Eindruck, als ob die Ranken zweizeilig alternirend direct aus den Achseln der Laubblätter der Langzweige hervorkämen, so z. B. bei B. diphylla Ham. nach Urban (p. 86).

Die Ranken der Bauhinien sind in der ersten Jugend weich, und noch grade, (Fig. 41, a Taf. VII), werden aber bald abstehend, platten sich dorsiventral ab, rollen sich uhrfederartig ein und werden hart und sehr elastisch. Stützen fangen sich sehr leicht in diesen elastischen Spiralen, wie sie Fig. 41, d Taf. VII darstellt. Die Ranken rollen sich infolge des Contactreizes dicht um die Stützen ein und nun tritt je nach den Arten eine mehr oder weniger beträchtliche Verdickung ein, durch secundäres Dickenwachsthum des Holzkörpers vorwiegend nach der concaven Seite zu. Beträchtliche Verdickung beobachtete ich an der in Fig. 42, a und b Taf. VII abgebildeten leider mangels Blüthen nicht bestimmbaren Bauhinia von Blumenau, die im Gegensatz zu der oben erwähnten Art von demselben Fundort an jedem Seitenzweig nur eine Ranke entwickelt. Fig. 42, a zeigt einen Rankenzweig mit entwickeltem Laubspross, Fig. 42, b einen solchen mit nicht zur Entwicklung gekommener Endknospe, an welchem infolge der nachträglichen starken Verdickung die Insertionsstelle der Ranke nicht mehr zu erkennen ist, und diese mit ihrem Traginternodium den Eindruck eines einheitlichen Organes macht. Ganz ähnliche Bildungen habe ich auch bei der um Rio ungemein häufigen B. Langsdorffiana Bong., die auch constant nur 1 Ranke an den Kurztrieben trägt, beobachtet.

Solche stark verdickte Uhrfederranken erinnern sehr an die Kletterorgane der Hakenklimmer, unterscheiden sich aber von denselben dadurch, dass sie in der Jugend dünne Spiralen vorstellen.

3. Sapindaceae. Mit Bauhinia haben die Sapindaceengenera Urvillea, Serjania, Cardiospermum, Paullinia, Thinouia viel Uebereinstimmendes bezüglich der Stellung und Form der Ranken. Die letzteren nähern sich, wie auch Radlkofer (cf. Huth p. 214) hervorhebt, mehr den Treub'schen Kletterhaken als gewöhnliche Fadenranken.

Die Ranken sind hier unzweifelhaft modificirte Pedunculi. Obwohl sie im Allgemeinen scharf differenzirte Gebilde vorstellen, treten doch gelegentlich Uebergangsformen zu normalen Blüthen tragenden Pedunculi auf. Darwin (p. 107) hat in 2 Fällen bei Cardiospermum Halicacabum beobachtet, dass eine der beiden am Grunde der Inflorescenz befindlichen Ranken an ihrer Spitze eine Blüthe producirte, trotzdem aber noch gehörig functionirte und einen Zweig erfasst hatten. In einem dritten Falle hatten die beiden Ranken ihre Natur als Kletterorgane aufgegeben und Blüthen erzeugt.

Wie bei Bauhinia treten an den in Inflorescenzen auslaufenden Zweigen an der Basis der Inflorenscenz meistens aber nicht überall 2 opponirte, uhrfederartige, locker aufgerollte Ranken auf in den Achseln eines rudimentiren Blattpaares, welches das unterste, meist sehr lange Internodium des Zweiges beschliesst. Häufig sind die Ranken an diesen Inflorescenzzweigen nur sehr klein und functioniren kaum noch als solche, während sie allgemein in den vegetativen Theilen der Langtriebe ihre normale Ausbildung erfahren. Hier verlängern sich aber die Seitenzweige nicht über das gegenständige Rankenpaar am Ende des sehr langen untersten Internodiums zu einer Inflorescenz, auch nicht zu einem Laubzweig, wie es vielfach bei Bauhinia vorkommt, sondern die Endknospe bleibt ganz unentwickelt zwischen den beiden Ranken, die zusammen mit ihrem langen Stiel den Eindruck eines einheitlichen gabligen Kletterorgans machen.

Die einzelnen Ranken selbst werden wie bei Bauhinia frühzeitig mehr oder weniger uhrfederartig eingekrümmt (siehe Abb. von Serjania multiflora Camb. Fig. 43, Taf. VII), platten sich dorsiventral ab, und stellen sehr elastische Spiralen dar, in denen sich Stützen leicht einfangen; um dann infolge des Contactreizes durch

stärkere Einkrümmung fest umfasst zu werden. Bei dünnen Stützen legen sich die einzelnen Windungen schraubenlinig nebeneinander, bei dickeren biegt sich das Ende gewöhnlich bei Seite.

Die nachträgliche Verdickung und Verholzung kann bei einzelnen Arten eine sehr beträchtliche werden, wie z. B. bei der um Rio häufigen Paullinia carpopodea Camb., von welcher Fig. 44 u. 45 Taf. VII Abbildungen bringen. Fig. 44 zeigt eine Ranke, an welcher nur ein Ast eine Stütze gefasst und sich enorm verdickt und erbreitert hatte, während der andere Ast abgestorben ist; Fig. 45 eine stark verdickte Doppelranke; die Verdickung hat sich sogar auch etwas auf das Ende des Rankenstiels erstreckt.

In andern Fällen, wie z. B. bei der Gattung Cardiospermum und auch bei Paullinia cristata Radlk., Serjania piscatoria Radlk., sind die Uhrfederranken sehr dünn und erleiden keine beträchtliche Verdickung.

Ein Unterschied gegenüber Bauhinia macht sich bei den meisten Arten in Bezug auf den langen Stiel des Rankenpaares geltend, indem derselbe auch schon mehr oder weniger Rankennatur erlangt hat, ähnlich wie es bei Reissekia der Fall ist. Er zieht sich nämlich bei den meisten Arten spiralig zusammen nach dem Erfassen von Stützen durch die Rankenäste, die ihrerseits keine spiralige Einrollung zeigen, und stellt so eine elastische Verbindung zwischen Langtrieb und Stütze her. So verhalten sich zum Beispiel: Paullinia cristata Radlk., P. sericea Camb., Serjania lamprophylla Radlk., Serj. ichthyoctona Camb., Serj. paucidentata DC., Serj. communis Camb., Serj. cuspidata Camb., Serj. piscatoria Radlk., Serj. dentata Radlk., Serj. multiflora Camb., Serj. elegans Camb., Serj. grandiflora Camb., Thinouia scandens Tr. et Pl. und viele andere Arten.

In der Regel zeigt auch gleichzeitig der lange Stiel der Inflorescenzen, wenn am Ende desselben ein Rankenpaar sich befindet und Stützen erfasst hat, spiralige Einrollung in gleicher Weise, ein Verhalten, wie es sonst nur noch bei Modecca-Arten unter den Fadenrankern wiederkehrt. Reizbarkeit kommt den Ranken- und Inflorescenzstielen nicht zu.

Bei gewissen Sapindaceen indessen, mit sehr dickem und kräftigem Ranken- bezw. Inflorescenzstiel bleibt der letztere gerade oder wird nur leicht gekrümmt, so bei der in Fig. 47 Taf. VII dargestellten Paullinia trigonia Vellozo, bei Paullinia carpopodea Camb. (Fig. 44 u. 45 Taf. VII). Indessen kann bei ein und derselben Art der Rankenträger dicker oder dünner ausgebildet sein

und in letzterem Falle dann sich auch mehr oder weniger spiralig einrollen. Andere Exemplare von Paullinia trigonia Vell. z. B. liessen deutlich die Einrollung erkennen.

Die Ranken sind bei allen Sapindaceen, selbst bei denen mit zusammengesetztem Holzkörper im Stamme, stets normal gebaut; ihr secundäres Holz besteht ganz überwiegend aus englumigen Holzfasern, unter denen nur einige englumige Tracheiden zerstreut auftreten. Gefässe fehlen im Zuwachs.

Bei Cardiospermum Halicacabum, der einzigen von Darwin (p. 116) untersuchten Sapindacee, nutiren die 2 oder 3 oberen Internodien. Niemals findet aber Winden statt und auch bei den zahlreichen brasilischen Arten habe ich niemals Windungen beobachtet.

Auch die langen und dünnen Blüthenstiele obiger Art nutiren nach Darwin (p. 116), wobei die Ranken passiv mitgeführt werden. Die Uhrfederranken selbst nutiren dagegen hier wie in allen anderen Fällen nicht, da sie ja auch in ganz anderer Weise functioniren als Fadenranken.

Nicht befestigte Sapindaceenranken rollen sich stärker spiralig ein und fallen nach gewisser Zeit ab, immer aber viel rascher als die stark verdickten befestigten, die unzweifelhaft bei den holzigen Arten mehrere Jahre in Wirksamkeit bleiben. Bei Cardiospermum Halicacabum ist der Hauptstiel der Inflorescenz nach Darwin (p. 116) nicht sensitiv und zieht sich niemals spiral zusammen, was ich auch für die bei Cabo frio beobachtete Art C. Corindum L. behaupten kann. Da gerade bei diesen Arten der Stiel sehr dünn und lang ist, so hätte man gerade hier spiraliges Zusammenziehen erwarten dürfen.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass die unteren Knoten junger Pflanzen oder Schösslinge der Sapindaceen noch keine Ranken tragen, entsprechend dem bei vielen Rankenpflanzen zu beobachtenden gleichen Verhalten. So war eine beobachtete fusshohe junge Pflanze von Paullinia thalictrifolia Juss. noch vollständig rankenfrei.

Besonderes Interesse verdient die auf den Campos der Provinzen Minas, São Paulo und weiter südwärts bis nach Argentinien vorkommende Serjania erecta Radlk. Wie Radlkofer (Monogr. d. G. Serjania p. 161) erwähnt, ist diese Art vor allen übrigen ausgezeichnet durch ihren aufrechten Wuchs; sie bleibt meist unverzweigt, erreicht gewöhnlich eine Länge von nur 2—6 Fuss und wird nur selten, wenn sie im Walde steht, kletternd. Ich betrachte sie als einen Campossstrauch, welcher sich von einer typischen Liane

abgeleitet hat und des Kletterns schon bis zu einem gewissen Grade verlustig gegangen ist. Die Descendenz von einer Liane äussert sich auch in der aufrechten Camposform noch in dem Vorhandensein von zwei kleinen Ranken an dem Grunde der Inflorescenz und in der anomalen Stammstructur (zusammengesetzter Holzkörper mit 2—3 peripherischen Strängen). Entsprechend dem Standort trägt die Pflanze derbe lederartige Blätter. Sie schliesst sich manchen anderen Campossträuchern an (z. B. Arrabidaea brachypoda Bur. unter den Bignoniaceen), deren Ableitung von Lianen des Waldgebiets sehr wahrscheinlich ist.

4. Olacaceae. Die von Schumann (Flora Kaiser Wilhelms-Land p. 69) aufgestellte neue Gattung Combretopsis mit 1 Art in Neu-Guinea, C. pentaptera ist ein Kletterstrauch mit Ranken axiler Natur; die Ranken sind stets unverzweigt, etwas spiralig in einer Ebene aufgerollt, kräftig und elastisch. Sie befinden sich nach Schumann entweder an der Basis eines Zweiges dicht oberhalb seiner Insertion oder der unterste Seitenast der langgestielten Inflorescenz wandelt sich in ein Kletterorgan um. Ein Blüthenzweig im Berliner Herbar, von Hollrung gesammelt, zeigt grosse Aehnlichkeit mit dem Verhalten von Gouania mollis, nur mit dem Unterschied, dass der Inflorescenzstiel aus einem Internodium besteht. Auch hebt Schumann hervor, dass die Pflanze rhamnoiden Habitus trüge; sie sei mit Cardiopteris als abweichende Gattung zu den Olacaceen zu stellen.

§ 11.

Fadenranker.

Die wichtigsten Vertreter der Lianen mit Fadenranken von Achsennatur sind die Vitaceen und die Passifloraceen, die zugleich die vollkommensten Kletterorgane unter allen Caulomrankern aufweisen. Vielfach begegnen uns bei denselben dieselben Eigenthümlichkeiten, wie sie auch den fadenförmigen Blattranken zukommen. Auch hier haben sich als besondere Modificationen bei gewissen Arten Haftscheibenranken herausgebildet.

1. Vitaceen. Die grosse Gattung Vitis (incl. Ampelopsis, Cissus) besitzt verzweigte Fadenranken, welche je nach den Arten entweder die Stützen umwickeln, oder sich an ihnen mittelst Haftscheibenbildung befestigen oder beide Modi der Befestigung zugleich vornehmen können. Nach der Befestigung rollen sie sich regelrecht spiralig mit dem unteren freien Theile ein. Zum Unterschied von

den Uhrfederranken sind diese Fadenranken im reizbaren Stadium gerade oder nur leicht gebogen, höchstens an der Spitze etwas eingekrümmt; sie sind krautartig, weich, und verholzen erst nach der Befestigung. Auch führen sie Nutationen aus, abgesehen von solchen Formen wie Ampelopsis quinquefolia, die mit negativem Heliotropismus ausgestattet sind. Das erste Erfassen der Stützen geschieht also hier durch active Biegung der Ranken, während bei den typischen Uhrfederranken die Stützen sich in den Ranken fangen.

Die vollkommensten Formen der Vitaceen-Ranken trifft man bei tropischen Cissus-Arten an. Hier sind die Ranken sehr lang, dünn fadenförmig, und haben mehrere Seitenäste. Die Zahl der Aeste ist bei den einzelnen Arten von Vitis verschieden, am grössten wohl bei den Haftscheiben bildenden Ampelopsis-Arten, so bei A. inconstans 5—6, A. hederacea oft 8, A. muralis 7—12. Der Aufbau der Ranke ist wie derjenige der Ranken tragenden Langtriebe ein sympodialer nach Form der Fächel, ein jedes Glied des Sympodiums endigt in einen Rankenast und an dessen Abgangsstelle steht gegenüber eine kleine Schuppe, aus deren Achsel das Sympodium sich fortsetzt. Das unterste Sympodiumglied ist als Rankenträger das längste und kräftigste (Vgl. Fig. 48 Taf. VII). Die Rankenäste können in seltenen Fällen sich nun auch weiter verzweigen.

Bei Vitis vinifera sind meist nur 2 Rankenäste am Ende des langen Rankenträgers vorhanden, wovon der eine die Achse des letzteren beschliesst, der andere aus einer Schuppe als Seitenzweig entspringt; 3—4 spaltige Ranken sind indessen keine Seltenheit. Bei Cissus antarctica kommt es auch vor, dass der Seitenast verkümmert und dann haben wir eine zweigliedrige einfache Ranke mit einer Bractee am Ende des langen Stieles.

Die Ranken haben dieselbe Stellung an ihren sympodialen Mutterachsen wie die Inflorescenzen, sie beschliessen die einzelnen Glieder des Sympodiums, das aus der Achsel des der Ranke gegenüberstehenden Laubblattes sich fortsetzt. [1])

Dass diese verzweigten Ranken phylogenetisch aus Inflorescenzstielen abzuleiten sind, ist unzweifelhaft. Beim Weinstock lassen sich alle Uebergangsstufen leicht beobachten. Ich verweise nur auf die von Darwin (p. 107 Fig. 10) gegebene Abbildung einer solchen,

---

[1]) Vgl. Eichler 1. Blüthendiagr. II p. 375
2. Jahrb. bot. Gart. Berlin I p. 188
Dingler: Der Aufbau des Weinstocks, Englers bot. Jahrb. 1885 p. 249.

wo am Ende des Ranken- bezw. Inflorescenzträgers statt des abschliessenden Rankenastes eine Blüthentraube steht, während der seitliche Rankenast vollkommen rankenartig erscheint. Auch können an einzelnen Rankenästen noch kleine Blüthen gelegentlich auftreten. Dieses Verhalten sah ich bei Cissus antarctica; es bleibt dann der betreffende Rankenast sehr kurz.

Phylogenetisch von grösserem Interesse sind aber solche Arten wie Vitis serjaniaefolia aus China, im Bonner Garten cultivirt, bei welchen noch keine Differenzirung zwischen Ranken und Inflorescenzen durchgeführt erscheint, sondern das unterste, sehr lange Internodium der Inflorescenzachse entweder allein oder auch in Verbindung mit den alsdann verlängerten Stielen der trugdoldenartigen Partialinflorescenzen Rankennatur angenommen hat und dargebotene Stützen regelrecht umranken kann. Hier sind die Inflorescenzen allerdings im Vergleich zu anderen Vitis-Arten recht klein, so dass sie in Knospenform die Bewegung der rankenden Stiele nicht sehr behindern, V. serjaniaefolia steht zu den übrigen Vitis-Arten in gleichem Verhältniss wie die Blattkletterer zu den Blattrankern, wie die Zweigklimmer nach Art der Dalbergia variabilis zu denjenigen mit blattlosen Zweigranken (Machaerium).

Die Ranken der Vitaceen nutiren spontan. Bei Vitis vinifera macht sich aber, nachdem die Ranke eine Zeit lang nutirt hat, ein negativer Heliotropismus geltend, indem sie sich vom Licht nach dem Dunkeln zubiegt (Mohl p. 77, Darwin p. 106), eine Bewegung, welche das Aufsuchen der Stütze erleichtern soll.

Was die Reizbarkeit anbelangt, so sind vor allem die Rankenäste, so lange sie noch jung sind, sehr empfindlich und zwar bei den meisten Arten auf allen Seiten. Der Rankenstiel ist dagegen viel weniger empfindlich und scheint in den meisten Fällen nicht regelrecht ranken zu können, betheiligt sich aber an der späteren spiraligen Einrollung mehr oder weniger wie Fig. 48, b Taf. VII für Cissus paulliniaefolia Vell. aus der Prov. Rio darstellt. Die Reizbarkeit ist verschieden bei den einzelnen Arten, sehr gross bei den tropischen Cissus Arten mit langen dünnen Ranken, schwächer z. B. bei Cissus antarctica (cf. Darwin p. 111).

Besonderes Interesse verdienen endlich diejenigen Vitaceenranken, welche Haftscheiben entwickeln und welche in Verbindung mit dieser Eigenthümlichkeit ausgesprochen lichtscheu sind und nicht mehr nutiren. Bezüglich der Haftscheibenbildung kommen 2 Fälle vor.

a) Bei Ampelopsis quinquefolia, A. muralis (Lengerken

p. 385), A. inserta (Kerner p. 659 und Abb. p. 658), Vitis Royleana (Kerner p. 659) werden die Haftscheiben erst infolge des Contactreizes ausgebildet, sind an den Spitzen junger Ranken äusserlich noch nicht bemerkbar.

A. quinquefolia ist zunächst dadurch interessant, dass gewisse Formen derselben auf gewöhnliche Art wie der Weinstock ranken, während andere Formen zur Haftscheibenbildung befähigt sind und so an Wänden oder Baumstämmen emporklettern können. Diese Eigenschaft kann mehr oder weniger entwickelt sein.

Die Bildung der Haftballen tritt nach Lengerken (p. 371), dem wir eine ausführliche Untersuchung über diesen Gegenstand verdanken, meist nach 2—2½ Tage an. Mit besonderer Vorliebe dringen die Rankenspitzen in Risse, Spalten oder Löcher der Unterlage vermöge ihres negativen Heliotropismus ein und heften sich dort fest. Die Scheiben bilden sich in der Regel an derjenigen Seite, die sich der Unterlage anlegt und das ist nach Lengerken die convexe Oberseite der Rankenspitze. Hier sind die Epidermiszellen bereits an der unbefestigten Ranke schon etwas radial gestreckt, der einzige anatomische Unterschied gegenüber den nicht Haftscheiben bildenden Vitis-Ranken. Die Haftballenbildung besteht in einer Streckung und Theilung dieser Epidermiszellen, welche in alle Spalten hineinwuchern, und auch die Rindenzellen betheiligen sich an dieser Wucherung. Die Gefässbündel dagegen, die durch ein Cambium zu einem Ring vereinigt werden, bleiben normal, nur das Mark hat etwas an Umfang durch Vergrösserung und Zelltheilung zugenommen und erscheint stark verholzt. Die Ballenbildung beginnt an den Convexseiten der umgekrümmten Rankenspitze, pflanzt sich von hier über die ganze Spitze fort und lässt später die ursprüngliche Form der Rankenspitze gar nicht mehr erkennen. Es kommen jedoch auch Fälle vor, wo sich die Ballen in Form längerer Polster an den concaven Seiten entwickeln, wie dies schon Darwin (p. 113) und Mohl (p. 71) beobachtet haben. Die Scheiben werden durch ein klebendes Secret festgeheftet und dann ziehen sich die Rankenarme spiralig ein und bilden so eine elastische Verbindung. Selbst wenn die Ranke nach der Verholzung abstirbt, bleibt sie noch einige Jahre am Stamme und dient der Befestigung.

Die Bildung des klebenden Secrets geschieht nach Lengerken (p. 404) bei den Haftscheibenranken in der Epidermis, deren Cuticula unter Verschleimung der Zellwand bis auf eine innerste Schicht

abgehoben und gesprengt wird. Der Schleim erhärtet an der Luft zu einer festen klebenden Schicht.

Während A. quinquefolia auch noch mit den Rankenästen gleichzeitig ranken kann, befestigt sich A. muralis nach Lengerken (p. 385) ausschliesslich durch Haftballen, rankt nicht mehr. Die letzteren bilden sich immer nur an der convexen Seite der stark umgekrümmten Rankenspitze, durchschnittlich zu 7—12 an einer verzweigten Ranke (cf. Taf. IV Fig. 3, 4, 17 bei Lengerken) im Wesentlichen in gleicher Weise wie bei voriger Art.

b) Im Gegensatz zu den soeben genannten Vertretern zeigen gewisse Arten von Ampelopsis und Cissus bereits an den Spitzen der jungen Rankenäste kleine kugelige Anschwellungen angelegt, die sich bei Berührung mit festen Stützen infolge des Contactreizes zu Haftscheiben unter Abscheidung eines klebenden Secrets weiter entwickeln.

So verhält sich z. B. A. Veitchii Hort. (=V. inconstans Miq.) in ausgeprägter Weise (vgl. Abb. bei Lengerken Tfl. IV und Kerner, Pflanzenleben I, p. 658 und Abb. p. 658) ferner nach meinen Beobachtungen verschiedene brasilische Cissus-Arten wie die in Fig. 48, a, b Taf. VII abgebildete Cissus paulliniaefolia Vell., ferner Cissus sulcicaulis Planch., Cissus Selloana Bak. u. A.

Sind die Ranken lang und dünn, wie bei den zuletzt genannten Cissus-Arten, so fungiren sie in normaler Weise wie Fadenranken und heften sich zur besseren Befestigung ausserdem mit den Haftscheiben fest, wenn sich geeignete Stützen bieten (Fig. 48, b). Bei A. Veitchii sind aber die Rankenäste relativ sehr kurz und diese Art ist dazu geeignet, ausschliesslich an Felswänden oder Baumstämmen in die Höhe nach Art der Wurzelkletterer zu gehen.

Nach Lengerken (p. 392 ff.) sind bei A. Veitchii die Rankenspitzen nicht umgekrümmt, sondern tragen kleine kugelige Köpfchen, deren Epidermiszellen in radialer Richtung stark verlängert sind. Die Köpfchen können an jeder beliebigen Stelle die Haftscheibenbildung beginnen, die im Wesentlichen ähnlich ist wie bei A. quinquefolia und muralis (cf. Fig. 1, 14, 19, 20, 25 bei Lengerken). Die Gefässbündel treten hier nicht mehr zu einem Ring zusammen; das Mark vergrössert sich etwas und verholzt viel früher als in den übrigen Theilen der Ranken. Im Spätherbst sterben die Ranken ab, nachdem die Gewebe grösstentheils verholzt sind, bleiben aber noch an der Pflanze haften und fungiren auch noch im folgenden Jahre als Befestigungsorgane.

Beim Weinstock nutiren die jungen Internodien nach Darwin (106), aber nur in unbedeutendem Maasse, während bei Cissus discolor (p. 110), C. antarctica (p. 111), A. quinquefolia (p. 111) keine Bewegung beobachtet wurde. Keine einzige Vitacee vermag meines Wissens zu winden.

Eigenthümlich ist, dass der Sprossgipfel der Langtriebe der Vitaceen hakenartig umgebogen ist. Es findet kein periodisches Geradestrecken und Wiederumbiegen an demselben statt. Er mag dazu beitragen, den Langspross gelegentlich an Stützen vorläufig anzuhaken und gewährt ausserdem den Ranken freien Spielraum zu ihrer Nutation.

2. Passifloraceae. Die Ranken der Gattungen Passiflora und Tacsonia sind einfache, in den Blattachseln der Langtriebe einzeln stehende, dünne, lange, ganz nackte, fadenförmige Ranken, welche bei manchen Arten fast dieselbe Vollkommenheit erreichen wie die Cucurbitaceenranken.

Sie sind als metamorphosirte Blüthenstiele anzusehen, obwohl Uebergangsformen für gewöhnlich nicht zu finden sind. Jedoch erwähnt Darwin (p. 117), dass sein Sohn W. Darwin an einer sehr jungen Ranke von Pass. floribunda noch Spuren von Blüthenorganen an der Spitze gefunden habe, genau denen gleich, welche an dem Gipfel des Blüthenstiels in dem gleichen frühen Alter erscheinen.

Da bei manchen Passifloren und Tacsonien der Blüthenstiel sehr lang fadenförmig ausgebildet ist, so ist leicht vorstellbar, dass derselbe zu einer Ranke sich umbilden konnte. Man vergleiche z. B. die Abbildung von Tacsonia Van-Volxemii in Bot. Mag. Taf. 5571 mit ihrem enorm langen Blüthenstiel.

In den vegetativen Theilen der Langtriebe stehen ausser den Ranken nur Beiknospen in den Blattachseln und besorgen die Verzweigung. In der blüthentragenden Region entspringen neben der Ranke in den Achseln die einzelnen Blüthen oder Blüthenstände und zwar (Eichler, Diagr. II p. 144) als Seitensprosse der Ranke dicht an der Basis, nicht wie Darwin (p. 117) meint umgekehrt die Ranke als Seitenspross der Blüthenaxe.

Die Achseln der untersten Blätter junger Pflanzen und der Langtriebe haben noch keine Ranken, die erst von einer gewissen Höhe an auftreten.

Die von Darwin (p. 118 ff.) untersuchten Ranken von P. gracilis,

punctata, quadrangularis, Tacs. manicata sind nur auf der concaven Fläche sehr sensitiv, vor allem nahe der etwas eingebogenen Spitze. Aber auch die Oberseite ist nicht ganz unempfindlich (Leclerc p. 16). Die erste Art zeichnet sich durch ausserordentliche Empfindlichkeit aus, indem bei ihr schon ein Platindrahtschleifchen von 1,23 mgr Gewicht eine Krümmung und zwar schon nach 25 Secunden hervorruft.

Die Passiflorenranken nutiren. Nur bei P. gracilis beobachtete Darwin zugleich auch Nutation der jungen Internodien und zwar eine sehr rasche Nutation, die in 57—58 Minuten schon eine Umdrehung vollendet. Winden der Stengel kommt nirgends vor. Nach der Befestigung der Ranken tritt Verdickung und Verholzung ein, sowie sehr regelmässiges spiraliges Zusammenziehen. Findet keine Befestigung statt, so rollen sie sich stark schneckenförmig auf und fallen viel früher ab.

Bei den Adenia (= Modecca [1]) (-Arten liegen die morphologischen Verhältnisse etwas anders. In der blüthentragenden Region der Langtriebe finden sich dichasiale in Monochasien zuletzt auslaufende Inflorescenzen, deren Basalglied oder Inflorescenzstamm, aus 1 Internodium bestehend, meist lang und kräftig entwickelt ist und an seinem Ende zwischen den beiden seitlich abgehenden dichasialen Hauptästen in eine einfache kürzere oder längere Ranke ausläuft. Die dichasialen Hauptäste können bei vielen Arten sich 1 oder wenige mal dichasial weiter verzweigen und beschliessen die aufeinanderfolgen Achsen mit immer kleiner werdenden Ranken, bis sie in armblüthige Monochasien endigen.

Bei Ad. obtusa (Blume, Rumphia I Taf. 48), cordifolia (ib. Taf. 49) sind die Ranken kurz, etwas spiralig eingerollt und erinnern etwas an die Uhrfederranken, während sie bei Ad. trilobata (Roxb. Taf. 297) und Ad. populifolia (Blume, Rumphia I Taf. 50) länger sind und sich mehr wie die Passiflora-Ranken verhalten.

Während bei gewissen Arten der Inflorescenzstiel stets gerade bleibt und keine Rankennatur besitzt, z. B. bei Ad. palmata (Lam.). (Wight Icones I Taf. 201), wo er dick und kurz ist, erleidet derselbe bei anderen Arten nach der Befestigung der Ranken eine regelrechte spiralige Einrollung in ganz ähnlicher Weise, wie dies auch an den Inflorescenzträgern vieler Sapindaceen der Fall ist. So verhalten sich Ad. Wightiana (Wall.) (Wight, Icones I Taf. 179), Ad. Mannii (Mast.) und viele andere.

---

[1]) cf. Engler, Passifl. africanae p. 375.

Denkt man sich den Inflorescenzträger sehr verkürzt oder überhaupt nicht zur Entwicklung gekommen, so hätten wir die für gewisse Passiflora-Arten gültigen Verhältnisse vor uns, z. B. P. moluccana (Rumphia I Taf. 51), P. Horsfieldii (ib. Taf. 52). Wenn dann weiterhin nur einer der dichasialen Blüthenäste zur Ausbildung gelangt, so würde das bei der Mehrzahl der Passifloren herrschende Verhalten vorliegen.

Ueber das Verhalten der Ranken in dem vegetativen Theile der Adeniastengel konnte ich an dem zur Verfügung stehenden Material von Abbildungen und Herbarpflanzen nur wenig Auskunft erlangen. Ein steriles Exemplar von Ad. lobata (Jacq.) aus Westafrika im Berliner Museum zeigte jedoch lange im oberen Theil 2 Seitenäste abgebende Ranken, deren Stamm spiralig eingerollt war. Diese Ranken entsprechen ganz den Inflorescenzen, wenn wir uns die Blüthen an denselben unterdrückt vorstellen. Engler (Passifl. afr. p. 381) beschreibt einen von Schweinfurth beobachteten abweichenden Zweig der Adenia venenata Forsk., der in seiner unteren Region weibliche Blüthen trug und in seiner oberen aus einem fertilen zu einem vegetativen geworden war. Hier standen in den Achseln der Tragblätter blüthenlose Rankenzweige, bestehend aus einem langen Stiel, an dessen Ende ein paar winzige Vorblättchen und die einfache endständige Ranke sich befanden. In der fertilen Region stehen an Stelle der Rankenzweige kürzere Seitenäste, die statt mit einer Ranke mit einer Blüthe abschliessen. (Vgl. Engler's Abb. Fig. c Taf. VII). Die Homologie der einfachen Ranke mit einem Blüthenstiel ist hier evident. Ich vermuthe, dass allgemein bei den Adenia-Arten in der vegetativen Region derart gebildete einfache oder verzweigte Ranken auftreten, wie es auch Engler (Passifl. afr. p. 385) für die Gattung Ophiocaulon angiebt.

Wie in der Gattung Vitis giebt es auch bei Adenia Arten, an deren Rankenspitzen Haftscheibenbildung vorkommt. Dies ist zum Beispiel in ausgezeichneter Weise der Fall bei der afrikanischen Ad. Mannii (Mart.) Engl., wie ich an Exemplaren des Berliner Museums constatiren konnte.

Abweichendes Verhalten unter den Passifloraceen zeigt Ceratiosicyos (mit 1 südafr. Art), die als windendes Kraut angegeben wird.

Unter den Passifloraceen giebt es einige interessante nicht rankende Formen, welche trockene Standorte bewohnen und welche sich höchstwahrscheinlich von kletternden Arten abgeleitet haben dürften, da ihre nächsten Verwandten alle zu den Lianen gehören.

So stellt Passiflora Mansoi Mart. (Abb. in Fl. brasil XIII 1) einen aufrechten rankenlosen, Lederblätter tragenden Strauch dar, der in den Campos des Innern von Brasilien sehr verbreitet ist. Viel abweichender sind die von Engler (Passifl. afr. p. 382 u. 384) beschriebenen und abgebildeten xerophytischen afrikanischen Adenia globosa und Echinothamnus Pechueli. Erstere erzeugt eine bis 2 m. messende fleischige Stammknolle mit herabhängenden dünnen laublosen Trieben, welche an Stelle der Ranken lange kräftige Dornen entwickeln und äusserlich an die Sprosse der Cucurbitacee Acanthosicyos erinnern. Letztere entwickelt ebenfalls eine grosse und zwar zusammengesetzte Stammknolle mit aufrechten bis 4 dcm. angen Sprossen ohne Ranken.

3. Polygonaceae. Diese Familie enthält windende Formen in den Gattungen Polygonum und Mühlenbeckia, Spreizklimmer unter den Coccoloba-Arten und endlich auch einige wenige Ranken tragende Formen in den Gattungen Antigonum (3—4 Arten) und Brunnichia (2 Arten).

Beide Gattungen verhalten sich übereinstimmend. Die Ranken weichen in ihrer Stellung von den bisher beschriebenen Formen ab. Wie bei den Vicieen das gefiederte Blatt in eine verzweigte Ranke ausläuft, so sind es hier in der Blüthenregion die traubenförmigen Inflorescenzen, deren Hauptachse sich zu einer langen, rechts und links eine Anzahl von seitlichen Aesten abgebenden Ranke verlängert. Die einzelnen Aeste sind als umgewandelte Blüthenstielchen zu betrachten. In der Blüthenregion sind die seitlichen Rankenäste relativ kurz, etwas hakenförmig eingerollt, wodurch sie an Uhrfederranken erinnern (vgl. Abb. von Antigonum leptopus Bot. Mag. Taf. 5816). In der Laubregion der Langtriebe stehen die endständigen mit hier viel längeren fadenförmigen Aesten versehenen Ranken am Ende von kurzen, nur wenige Blätter tragenden Seitenzweigen, und sind als typische Fadenranken entwickelt.

4. Dioscoreaceae. Für diese Familie ist das Winden der vorherrschende Klettermodus. Nur eine Art, die australische Petermannia cirrhosa F. Müll., besitzt Ranken. In der Beschreibung (Hooker's Icones plantarum, plate 1391) heisst es: „Paniculae inferiores saepe steriles in cirrhos tortuosos ramosos mutatae“, und aus der Abbildung geht hervor, dass diese dünnen fadenförmigen Ranken ganz nach Art derer von Cissus beschaffen sind und auch hier den Blättern der sympodial aufgebauten Klettertriebe gegenüberstehen.

5. Olacaceae. Erythropalum scandens Bl., eine tropisch asiatische Kletterpflanze, besitzt nach den im Berliner Herbar befindlichen Exemplaren achselständige, sehr lange Fadenranken, die am Ende einen kurzen Seitenzweig abgeben können und in ihrer Bildung denen von Cissus gleichen. Die Ranken haben dieselbe Stellung wie die Inflorescenzstiele und dürften aus solchen hervorgegangen sein. Engler bezeichnet Erythropalum (mit 3 Arten) in Nat. Pfl. fam. III 1 p. 236 irrthümlicher Weise als Blattstielklimmer.

6. Phytocreneae. Jodes tomentella Miq. und Jodes ovalis Bl. (beide nach Baillon identisch). sowie auch andere Arten der Gattung haben in der vegetativen Region der Langtriebe lange Fadenranken, die zu je 1 an jedem Knoten stehen, nach der Befestigung an Stützen stark verholzen, sehr kräftig werden und auch spiralige Zusammenziehung bis auf ein längeres gerade bleibendes Basalstück zeigen. An den Enden geben die Ranken einen oder einige wenige kurze Seitenäste ab. Sie entsprechen morphologisch Inflorescenzachsen; Uebergangsformen zwischen Inflorescenzen und Ranken sah ich im Berliner Herbar und auch Robinson giebt (p. 111 ff.) an, dass die Ranken in der Blüthenregion Blüthen tragen und danach streben, eine aufrechte Stellung anzunehmen, wobei sie die jungen Internodien des sympodialen Stammes bei Seite schieben.

7. Apocynaceae. Ranken treten innerhalb der sonst nur windenden Familie auf bei den zur Tribus Carisseae gehörigen Gattungen Willughbeia (Trop. As.), Landolphia (Trop. u. subtrop. Afr.), Carpodinus (Trop. Afr.).

Lebende Pflanzen von afrikanischen Landolphien, den bekannten Kautschuklianen, im Berliner botanischen Garten cultivirt, zeigten sympodialen Aufbau ihrer kletternden Sprosse. Die einzelnen Glieder der Sympodien, bei L. Watsoni aus 3 Internodien bestehend, endigen in sehr langen, kräftigen, fadenförmigen Ranken, die gegen ihr Ende hin einige alternirende, kurze, hakenförmig eingekrümmte Rankenäste abgeben. Mit diesen oft über 2 dcm langen Organen werden Stützen sehr fest umfasst, die hakenförmigen Seitenäste dienen als Anker zum Festheften.

Die Ranken entsprechen vollkommen den Inflorescenzen, die genau die gleiche Stellung als Abschluss der Sympodien und dieselbe Verzweigung besitzen. Exemplare von Land. Petersiana (Kl.) und L. senensis (Kl.), im Berliner Herbar, zeigen Inflorescenzen, deren

alternirende, den Rankenästen entsprechende kurze Seitenzweige am Ende die Blüthenknäuel tragen und häufig rankenartig eingekrümmt erscheinen.[1]) Mit der Fruchtreife werden die Haupt- und Seitenachsen sehr kräftig, verholzen und fungiren auch nach dem Abfallen der Früchte als Befestigungsorgane weiter. Sie erinnern dann etwas an Zweigklimmer oder Hakenkletterer.

W i l l u g h b e i a verhält sich ganz ähnlich. Bei W. c e y l a n i c a Thw. sind nach Exemplaren des Berliner Herbars die Ranken mehrere dcm lang und tragen schon von unterhalb der Mitte an seitliche am Ende gabelhakige Aeste (ca. 5 an Zahl), ebenso W. c o r i a c e a Wall.

Die Apocynaceen verdienen im Einzelnen genauere Untersuchung bezüglich ihres biologischen Verhaltens an Ort und Stelle des Vorkommens. Sie stehen, da die Inflorescenzen sich auch noch am Ranken betheiligen, noch auf einer tieferen Stufe der Achsenranker.

[1]) Vergl. die kürzlich erschienene Abbild. von Landolphia Petersiana (Kl.) Dyer v. crassifolia K. Sch. in K. Schumann, Afrikanische Kautschukpflanzen, Engler's Jahrb. XV. Taf. XII, ferner von Land. Kirkii Dyer, ibid. p. 404. Letztere zeigt einen rankenartig gekrümmten Inflorescenzträger.

Erklärung der Tafeln.

Es bedeutet Herb. mit Ziffer die Nummer meines Herbar. brasil., HS mit Ziffer die Nummer meiner Sammlung brasilischer Hölzer.

Sämmtliche Zeichnungen sind vom Verf. nach der Natur gezeichnet.

Taf. I.

Fig. 1. Kletternde Bambusee (Herb. 1708 von Rio de Janeiro).
a) 2 Knoten aus der Endparthie des kletternden Halmes mit den hakenartigen Knospen der Seitentriebe.
b) Tiefer stehender Knoten mit den Knospen. *s* Scheidenblatt. $^2/_3$.

Fig. 2. Piper fluminense C.DC. (Herb. 953, Blumenau).
a) Wurzelkletternder Spross.
b) Blatt eines nicht kletternden Luftsprosses. $^1/_3$.

Fig. 3. Marcgravia Schimperiana Taub. (Herb. 460 von Blumenau).
a) Wurzelkletternder Spross von oben, b) von unten.
c) Blätter der Luftsprosse. $^2/_3$.

Fig. 4. Marcgravia Schimperiana Taub. (Herb. 587 von Sa. Catharina). Theile von einer jungen 250 cm langen Pflanze.
a) In Höhe von 20 cm, b) von 145 cm, c) von 200 cm. $^2/_3$.

Fig. 5. Heteropsis salicifolia Kth. (Herb. 918, Blumenau). Klletterspross mit Haft- und Nährwurzeln. Blätter abgefallen. $^1/_3$.

Fig. 6. Abuta Selloana Eichler (Herb. 899, Blumenau). Gewundener Langtrieb mit geraden beblätterten Seitensprossen. Ohne Blätter gezeichnet. Vorspringende Blattnarben. $^1/_3$.

Fig. 7. Solanum Convolvulus Sendtner (Herb. 771, Blumenau). a) und b) gerankte Blattstiele. $^2/_3$.

Fig. 8. Antirrhinum majus L. var. angustifolium. (Nach einem von Boissier in Syrien gesammelten Exemplar des Berliner Herbars.) Gerankte kurze beblätterte Seitenzweige an der unteren Parthie des Stengels. $^2/_3$.

Taf. II.

Fig. 9. Arrabidaea brachypoda Bur. var. platyphylla (Cham.). (Nach einem von Sello in Brasilien gesammelten Exemplar des Berliner Herbars.) Camposstrauch mit gelegentlichem Rückschlag einer Endfieder zur Rankenbildung. $^2/_3$.

Fig. 10. Arrabidaea conjugata Martius (Herb. 1579, Rio). Alte verholzte einfache Blattranke und Spross mit rankenlosen Blättern. $^2/_3$.

Fig. 11. Callichlamys riparia Miq. (Herb. 1702, Rio).
a) Blatt mit einfacher verholzter Endranke. 1 Blattfieder abgefallen.
b) Alte verholzte stark verdickte Ranke. $^2/_3$.

Fig. 12. Bignonia catharinensis n. sp.
a) (Herb. 969, Blumenau). Beblätterter Zweig mit Krallenranken.
b) (Herb. 1262, Joinville) 2 alte Krallenranken ohne Blätter.
c) (Herb. 591, Blumenau). Zweig mit nackten Ranken. Blätter bereits abgefallen. Haftwurzelbildung. $^2/_3$.

Fig. 13. Glaziovia bauhinioides Bur. (Herb. 3006, Rio). Kletterzweig mit einfachen Haftscheibenranken, von unten. $^2/_3$.

Fig. 14. Haplolophium spec. (Herb. 952, Blumenau). Haftscheibenranken.
a) Blattpaar mit Nebenblättern und den endständigen gegabelten Ranken.
b) Aelteres Rankenpaar. Blattfieder abgefallen.
c) Noch älteres Rankenpaar. $^2/_3$.

Fig. 15. Pithecoctenium phaseoloides (Cham. sub Bignonia).
a) (Herb. 934, Blumenau.) Junge Ranke.
b) c) (Herb. 951, Blumenau.) Aeltere bereits fiederlose Ranken mit Haftscheiben. $^{2}/_{3}$.

Taf. III.

Fig. 16. Bredemeyera spec. (Herb. 1850, Rio). Herabhängender Zweig mit nach oben gerichteten z. Th. rankenden Seitenzweigen. Blätter an letzteren nicht eingezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Fig. 17. Securidaca Sellowiana Klotzsch (Herb. 1867, Rio). Rankende Seitenzweige. Die Beblätterung der letzten Auszweigungen nur zum Theil eingezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Fig. 18. Securidaca lanceolata St. Hil. (Herb. 1033, Blumenau). Complicirt gerankte Seitenzweige. Die Beblätterung der letzten dünnen Aestchen nicht eingezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Fig. 19. Securidaca tomentosa St. Hil. (Herb. 3748, Rio). 2 gerankte Seitenzweige. $^{2}/_{3}$.

Fig. 20. Securidaca tomentosa St. Hil. (Herb. 3748, Rio). Aelterer stark gerankter und verdickter Seitenast, ohne Blätter an den Aestchen gezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Taf. IV.

Fig. 21. Hippocrateacee (Herb. 1893 Serra da Bica, Prov. Rio). Zweigklimmer. Die gerankten und verdickten Basaltheile zweier beblätterter Seitenäste. $^{2}/_{3}$.

Fig. 22. Hippocrateacee (Herb. 1898, Serra da Bica, Prov. Rio). Zweigklimmer. 2 mehrmals gerankte und verzweigte Seitenäste. $^{2}/_{3}$.

Fig. 23. Hippocrateacee (Herb. 3093, Rio). Zweigklimmer. Junge, an der Basis gerankte Seitenzweige. $^{1}/_{3}$.

Fig. 24. Hippocrateacee (HS 325 Rio). Zweigklimmer. $^{2}/_{3}$.

Fig. 25. Hippocrateacee (HS 133 von Blumenau). Aeltere gerankte und daselbst verdickte Seitenäste. Die Blätter an den Zweigenden nicht gezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Fig. 26. Hippocrateacee (HS 133 von Blumenau). Zweigklimmer. Sehr complicirt gerankte Seitenzweige, ohne Blätter gezeichnet. $^{2}/_{3}$.

Fig. 27. Hippocrateacee (Herb. 1901 von Serra de Bica, Prov. Rio). Zweigklimmer. Ein Seitenast ist um einen benachbarten Langtrieb gerankt, hat sich stark verdickt und ist mit letzterem zusammengewachsen. $^2/_3$.

Fig. 28. Hippocrateacee von Blumenau. Zweigklimmer. $^1/_3$.

Taf. III.

Fig. 29. Rourea patentinervis Radlk. (Herb. 4082 von Pernambuco). Zweigklimmer. Gerankte Seitenäste. Blätter an den letzten Auszweigungen nicht gezeichnet. $^2/_3$.

Taf. V.

Fig. 30. Dalbergia variabilis Vog. (Herb. 2022 Rio). Zweigklimmer. Die beblätterten geraden Seitenäste abgeschnitten. $^2/_3$.

Fig. 31. Dalbergia variabilis Vog. (Blumenau).
a) b) c) Verschiedene alte und stark verdickte gerankte Aeste, die verzweigten und beblätterten Seitenäste und Enden derselben abgeschnitten. $^2/_3$.

Fig. 32. Dalbergia Mülleri Taubert n. sp. (Herb. 114 Blumenau). Stark gerankte Seitenäste, ohne Blätter gezeichnet. $^2/_3$.

Fig. 33. Machaerium aculeatum Raddi (Herb. 1721, Rio). Zweigklimmer. Mit Blättern an den Enden der rankenden mit Stipulardornen besetzten Seitenästchen. $^2/_3$.

Taf. VI.

Fig. 34a. Machaerium tounateifolium Taubert n. sp. (Herb. 2030, Rio). Zweigklimmer. Beblätterter und nackter Rankenzweig. $^2/_3$.

Fig. 34b. Machaerium tounateifolium Taubert n. sp. (Herb. 2345, Rio). Aeltere verdickte gerankte Seitenzweige. Bei x ein abgeschnittener Laubzweig als Tochterspross des Rankenzweiges. $^2/_3$.

Taf. V.

Fig. 35a. Machaerium violaceum Vog. (HS 197, Blumenau). Zweigkletterer. Mit nackten Zweigranken, neben denen gerade beblätterte Triebe hervorgekommen. Belaubung nicht eingezeichnet. $^2/_3$.

Fig. 35b. Machaerium violaceum Vog. (Herb. 123, Blumenau). Nackte Zweigranken, neben der oberen ein gerader beblätterter Laubspross. $^2/_3$.

Fig. 35c. Machaerium violaceum Vog. (Herb. 4020, Rio). Eine nackte Zweigranke. $^2/_3$.

Taf. VI.

Fig. 36. Acacia pteridifolia Benth. (Herb. 3094, Rio de Janeiro). Blattlose bestachelte Zweigranke. $^2/_3$.

Fig. 37. Acacia lacerans Benth. (Herb. 2193, Rio). Trieb mit 3 älteren verholzten Zweigranken. Bei 1, 2, 3, 4, 5 die blattlosen Knoten der untersten Zweigranke. $^2/_3$.

Fig. 38. Strychnos triplinervia Mart. (Blumenau). Hakenklimmer.
a) Junge noch gerade Ranke, an der Spitze mit 2 rudimentären Blättchen.
b) Seitenzweig mit 2 Hakenranken.
c) Desgl.
d) e) f) Aeltere stark verdickte und verholzte Kletterhaken. $^2/_3$.

Fig. 39. Gouania urticaefolia Reiss. (Herb. 466, Blumenau).
a) Junge Uhrfederranke.
b) 2 ältere Ranken. $^2/_3$.

Taf. VII.

Fig. 40. Reissekia cordifolia Steud. (Herb. 1965 Rio).
a) und b) Junge und ältere Ranken. $^2/_3$.

Fig. 41. Bauhinia species blumenaviana (Herb. 277 Blumenau).
a) Junge Ranken.
b) Ausgebildete Ranke.
c) Verdickte und befestigte Ranke.
d) Langtrieb mit 3 Rankenpaaren. $^2/_3$.

Fig. 42. Bauhinia spec. (HS 122, 69 Blumenau).
a) und b) 2 ältere Ranken, stark verdickt. $^2/_3$.

Fig. 43. Serjania multiflora Camb. (Herb. 480, Blumenau). Uhrfederranken. Zu zweien auf langem Träger. Rechts junges Blatt. $^2/_3$.

Fig. 44. Paullinia carpopodea Camb. (Herb. 2317, Rio). Alte sehr stark verdickte Ranke. 1 Ast der Doppelranke abgefallen. $^2/_3$.

Fig. 45. Paullinia carpopodea Camb. (Herb. 3769, Rio). Aeltere stark verdickte Doppelranke. $^2/_3$.

Fig. 46. Serjania multiflora Camb. (Herb. 2637 Serra dos Orgãos). Befestigte Doppelranke mit spiraliger Einrollung des Hauptstiels. Der unter der Ranke entspringende Blattstiel abgeschnitten. $^2/_3$.

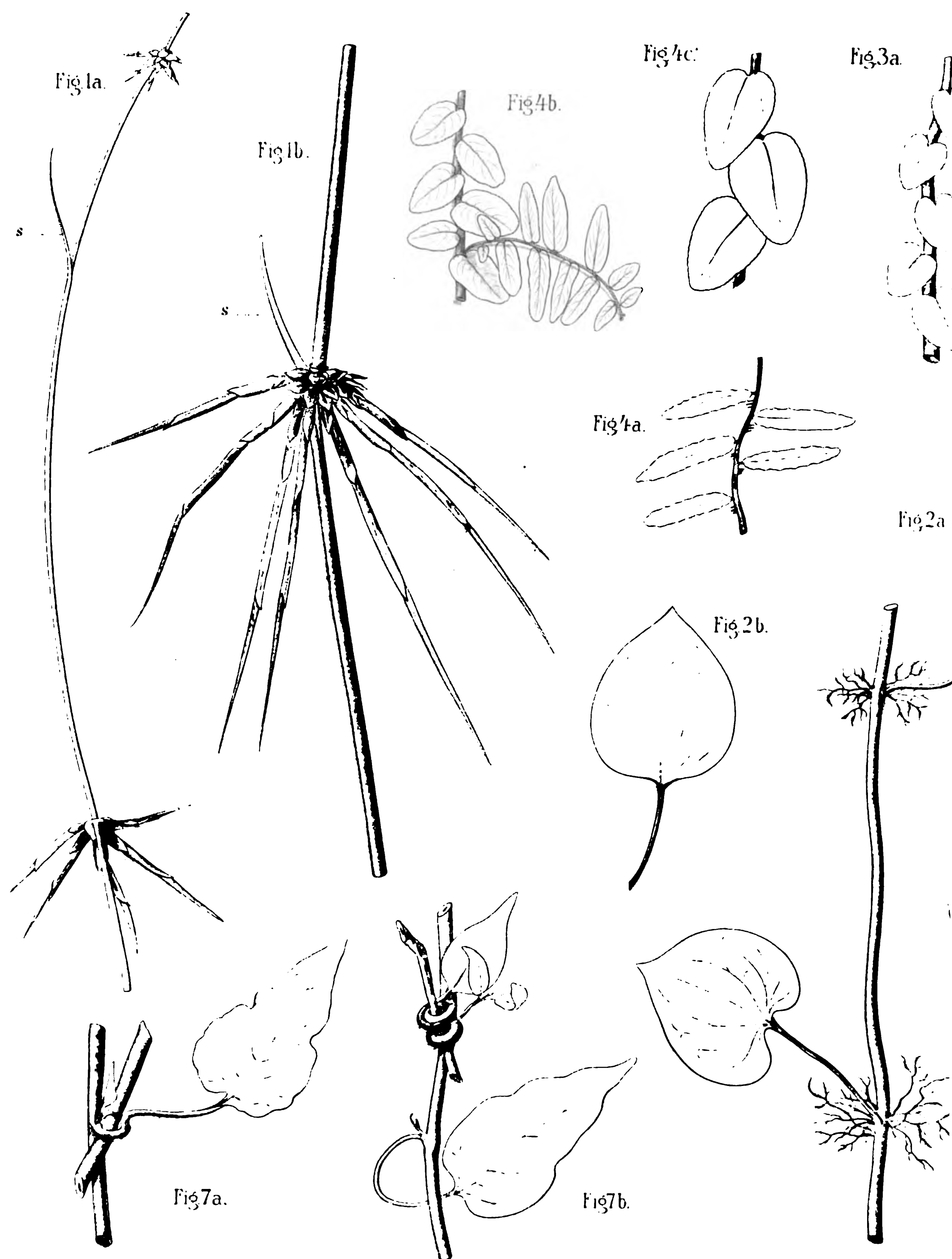
Fig. 47. Paullinia trigonia Vellozo (Herb. 2373, Rodeio, Prov. Rio). Alte befestigte Doppelranke. $^2/_3$.

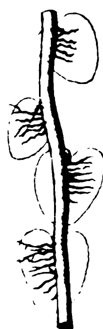
Fig. 48a. Cissus paulliniaefolia Vellozo (Herb. 2086, Rio). Junge Ranke mit Haftscheibenanlagen an den Spitzen. $^2/_3$.

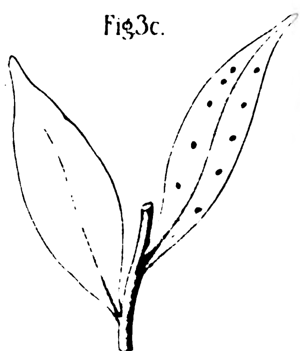
Fig. 48b. Cissus paulliniaefolia Vell. (Herb. 2384, Rodeio). Alte befestigte Ranke, an den Spitzen mit Haftscheiben. 1, 2, 3 die 3 Aeste der Ranke, an 3 keine Haftscheibe zur Entwicklung gekommen. $^2/_3$.

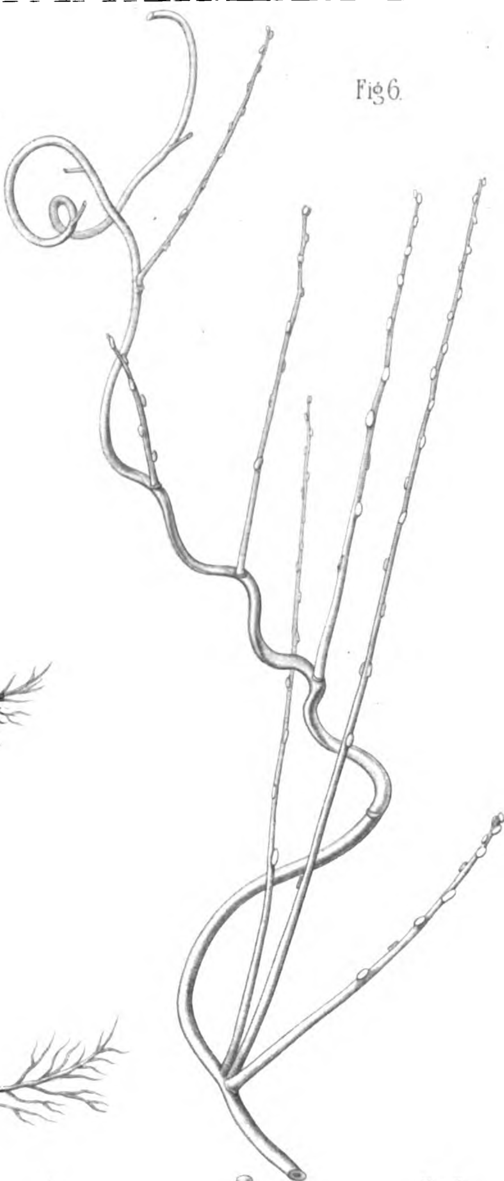


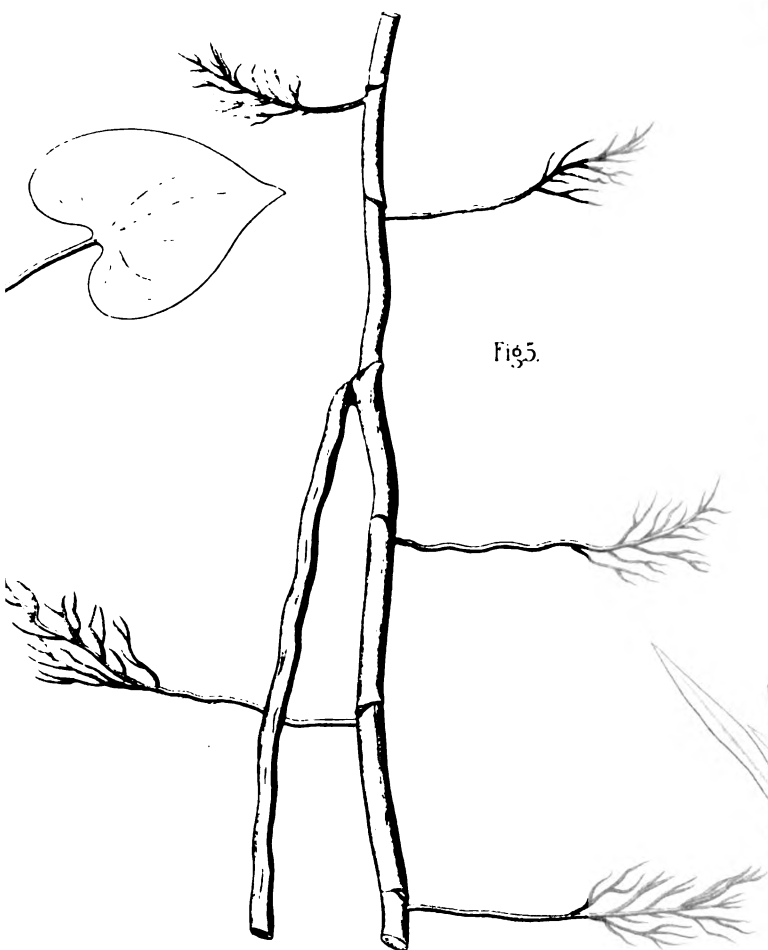
G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.), Naumburg a/S.

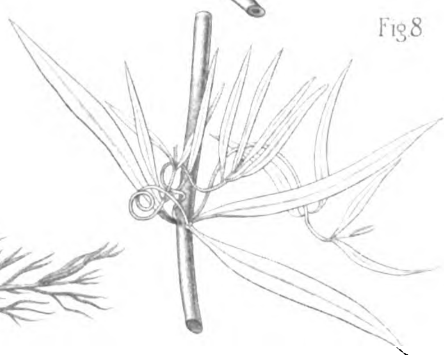

Fig. 1a.
s
Fig. 1b.
s
Fig. 4b.
Fig. 4c.
Fig. 3a.
Fig. 4a.
Fig. 2a
Fig. 2b.
Fig. 7a.
Fig. 7b.

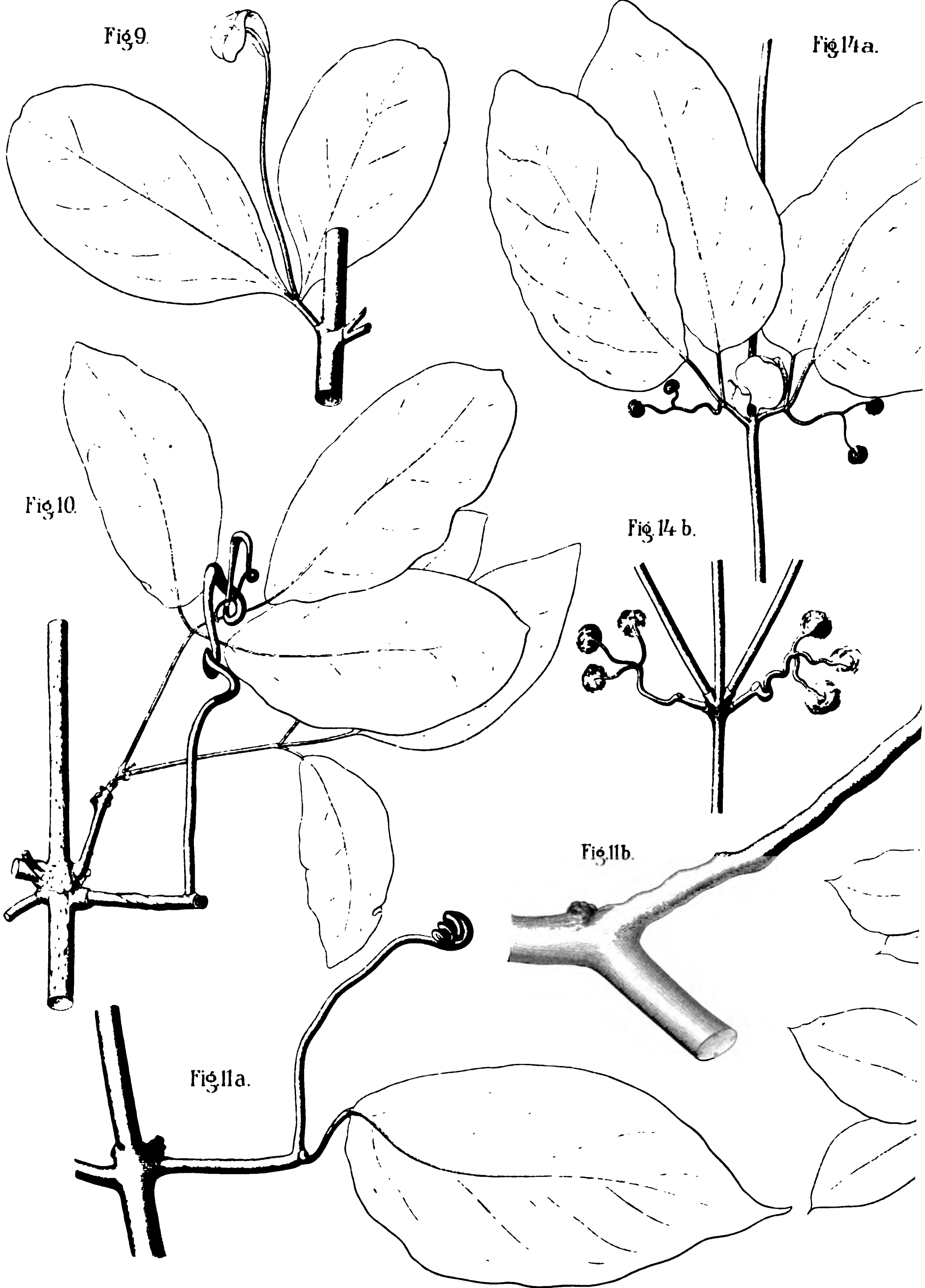

Fig.3b.

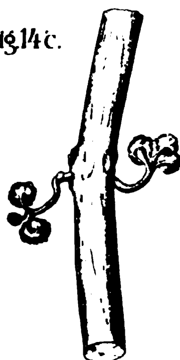

Fig.3c.


Fig.6.


Fig.5.


Fig.8.


Fig. 9.
Fig. 14 a.
Fig. 10.
Fig. 14 b.
Fig. 11 b.
Fig. 11 a.


Fig. 14c.

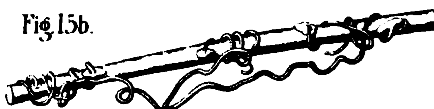
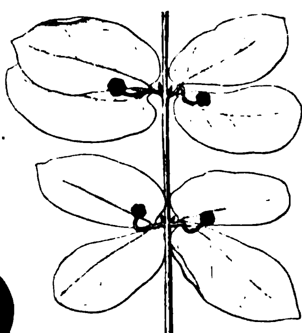
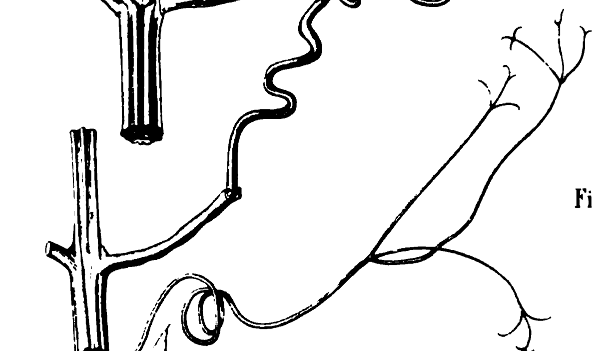
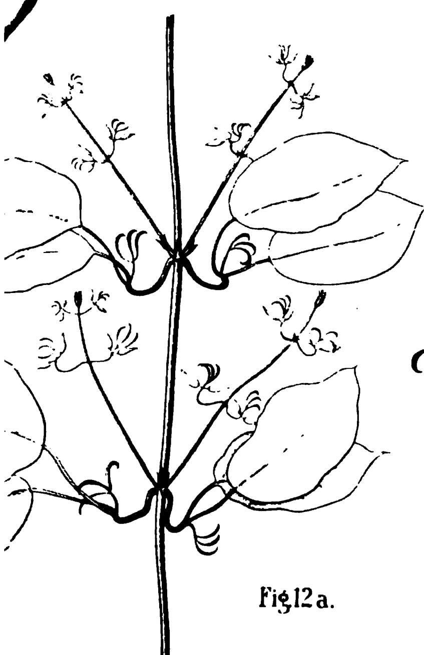
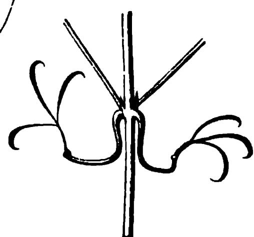

Fig. 15b.

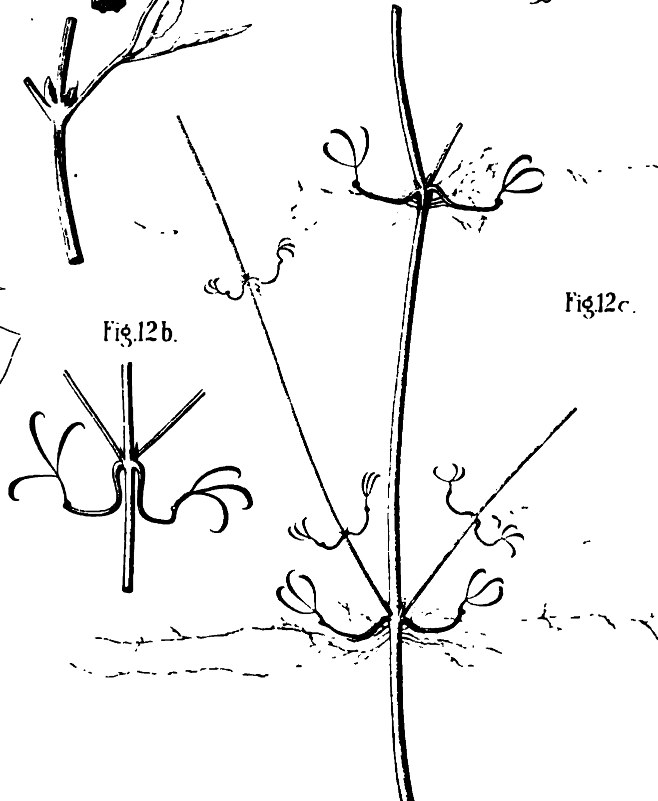

Fig. 15c.


Fig. 13.


Fig. 15a.


Fig. 12a.


Fig. 12b.


Fig. 12c.

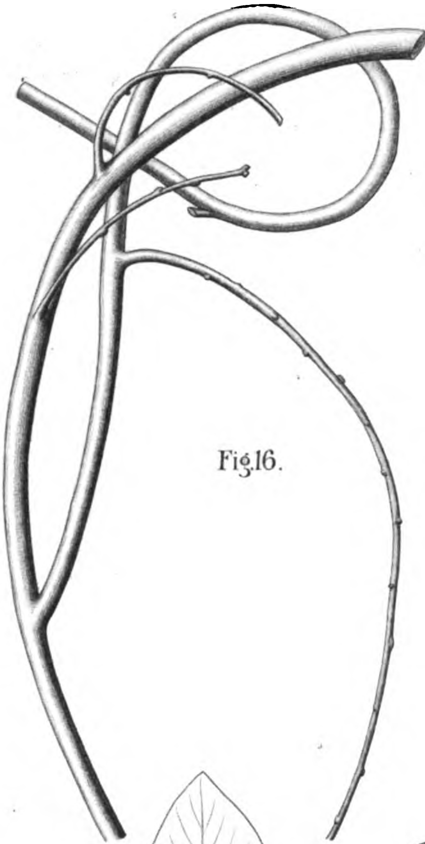
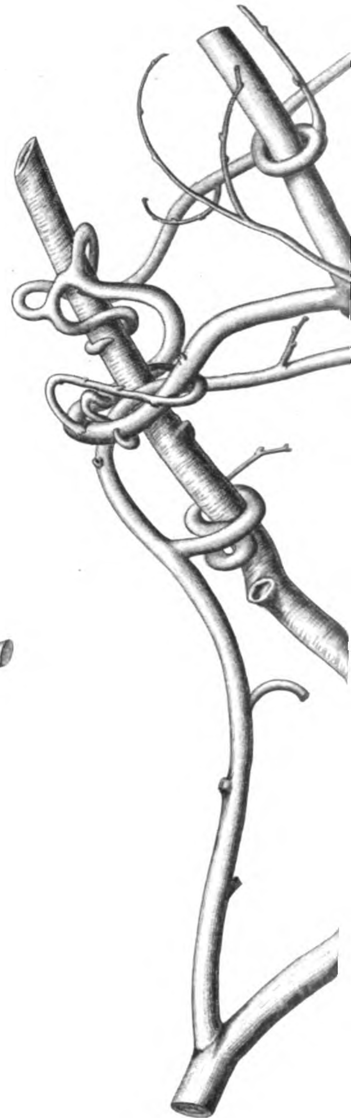


Fig.16.

Fig.18.



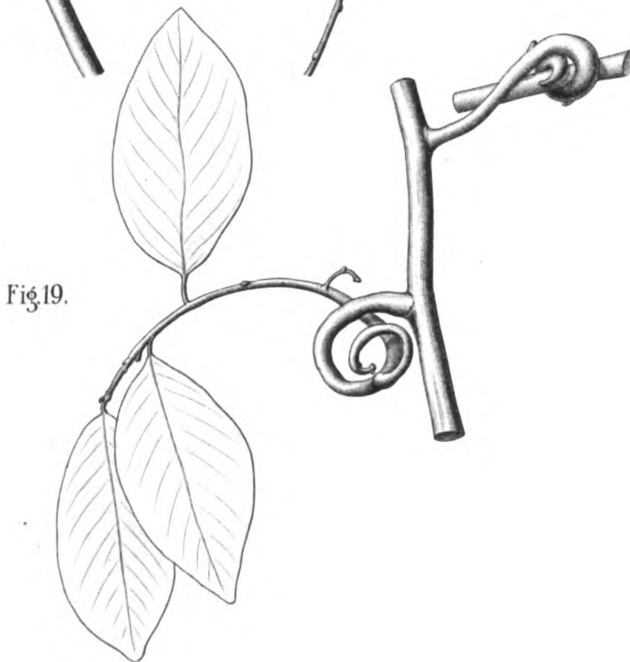


Fig.19.

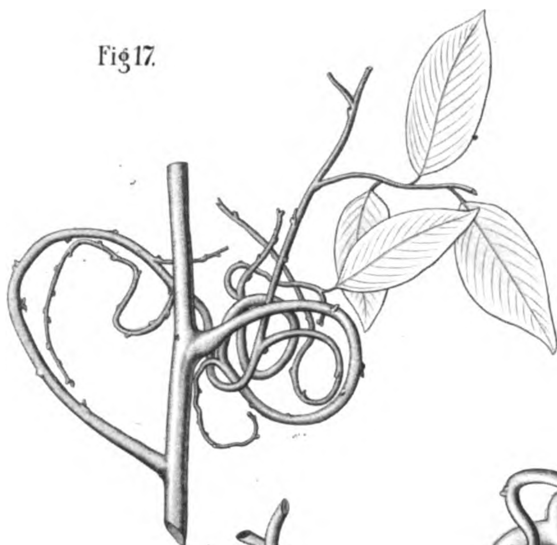
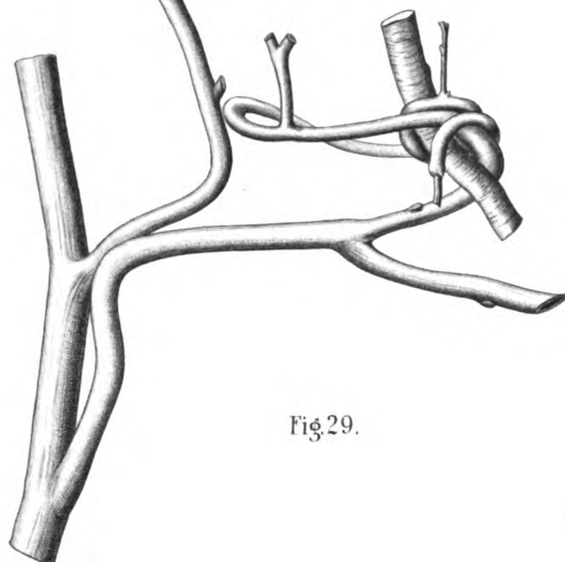

Fig 17.

Fig. 20.




Fig. 29.

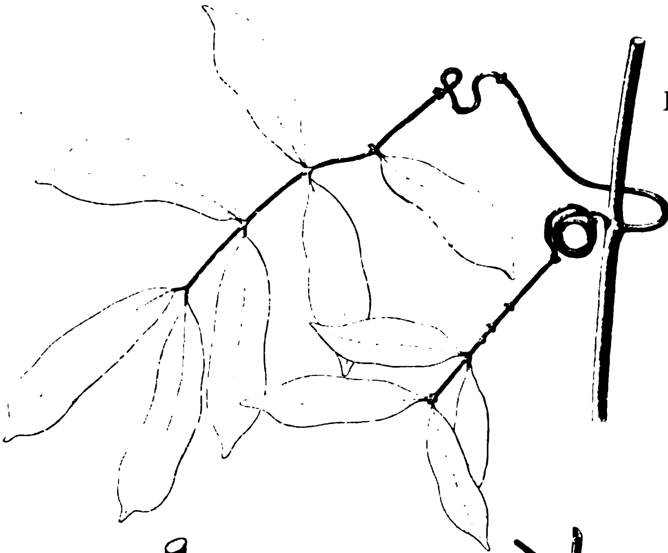
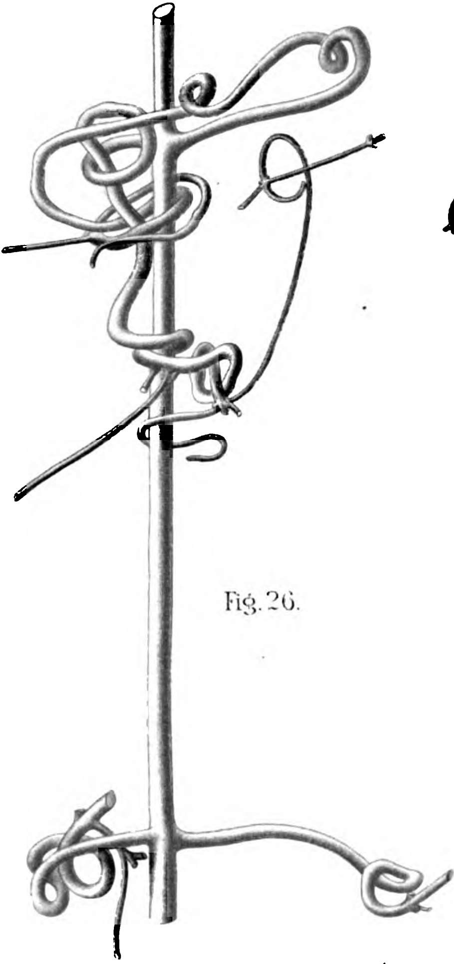
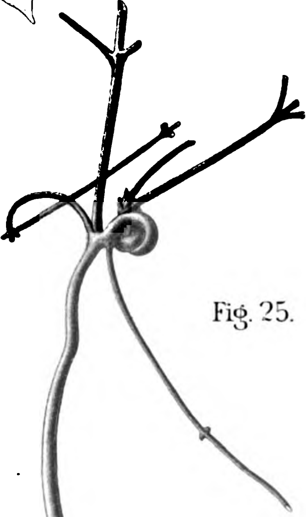
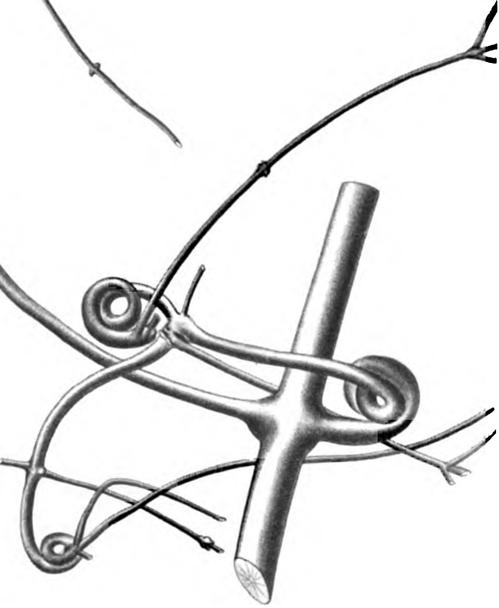
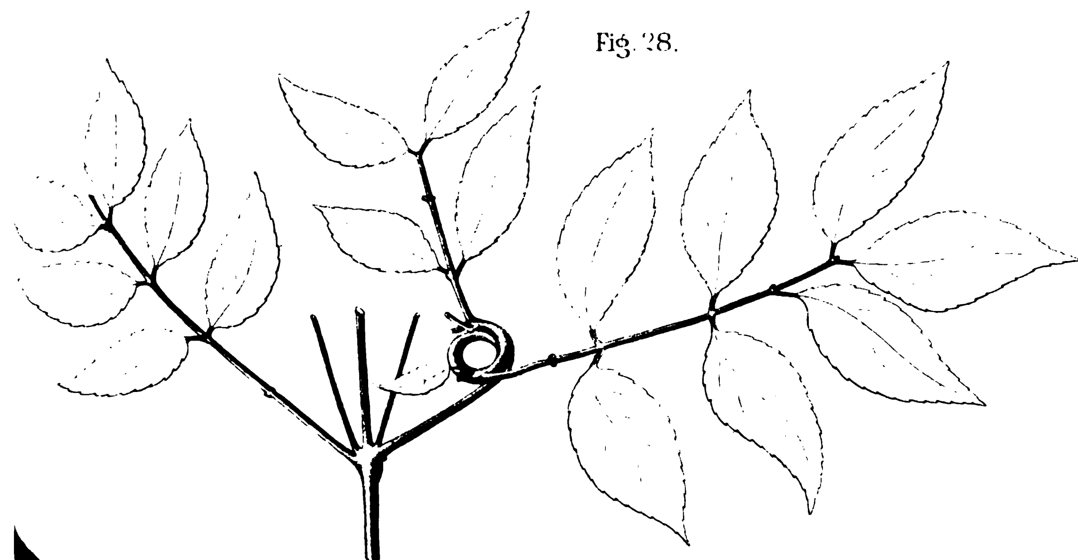

Fig. 23.


Fig. 27.


Fig. 26.


Fig. 25.




Fig. 28.

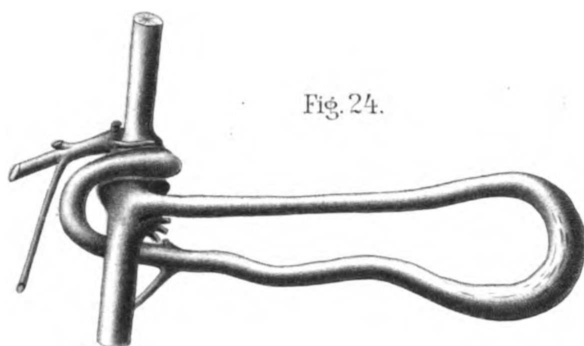
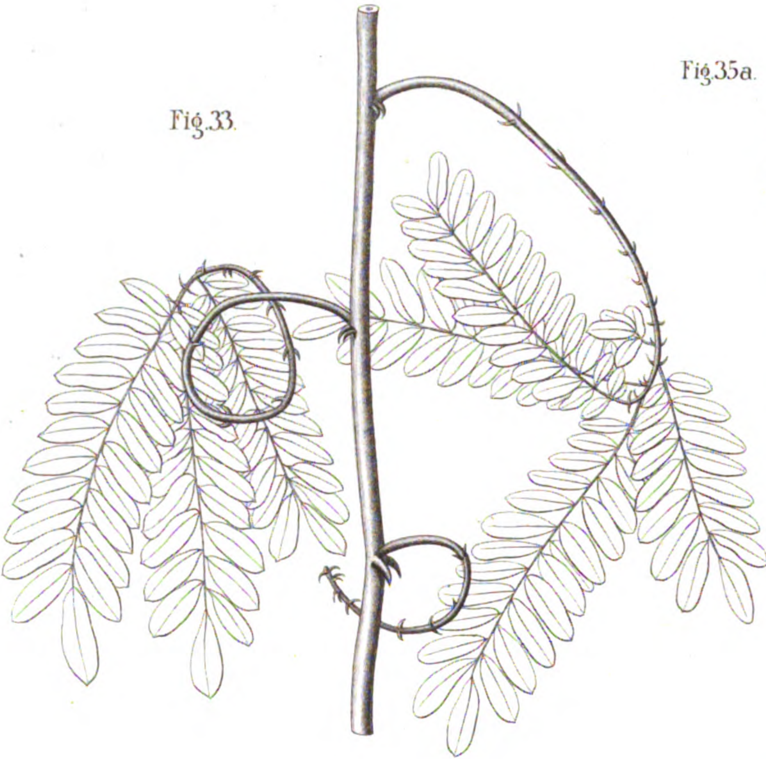

Fig. 24.

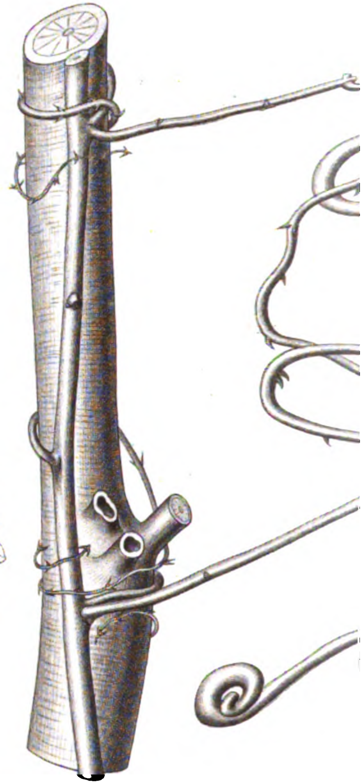

Fig. 22.


Fig. 21.

…r Fischer. Jena.

Lith. Anst. v. A. Giltsch. Jena.





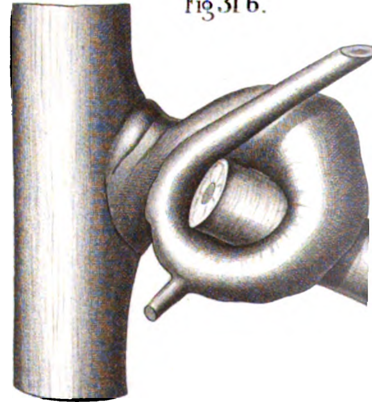




Fig. 31 a.



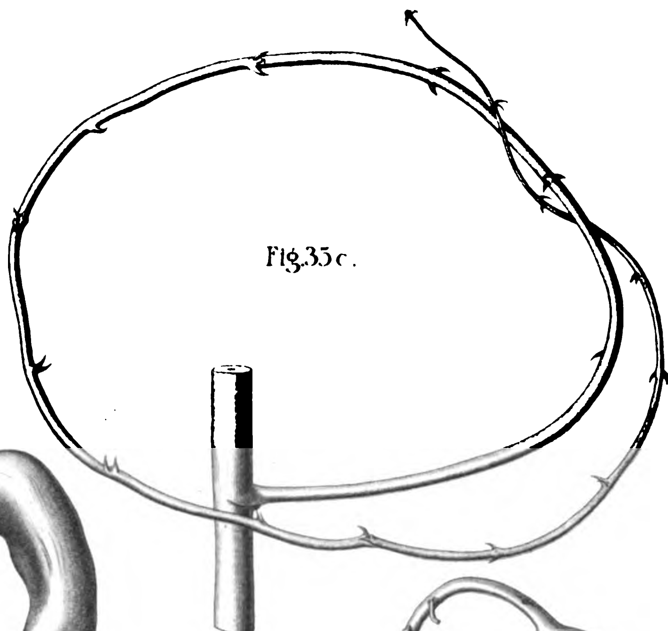


Fig. 35 b.

Fig. 35 c.

Fig. 30.

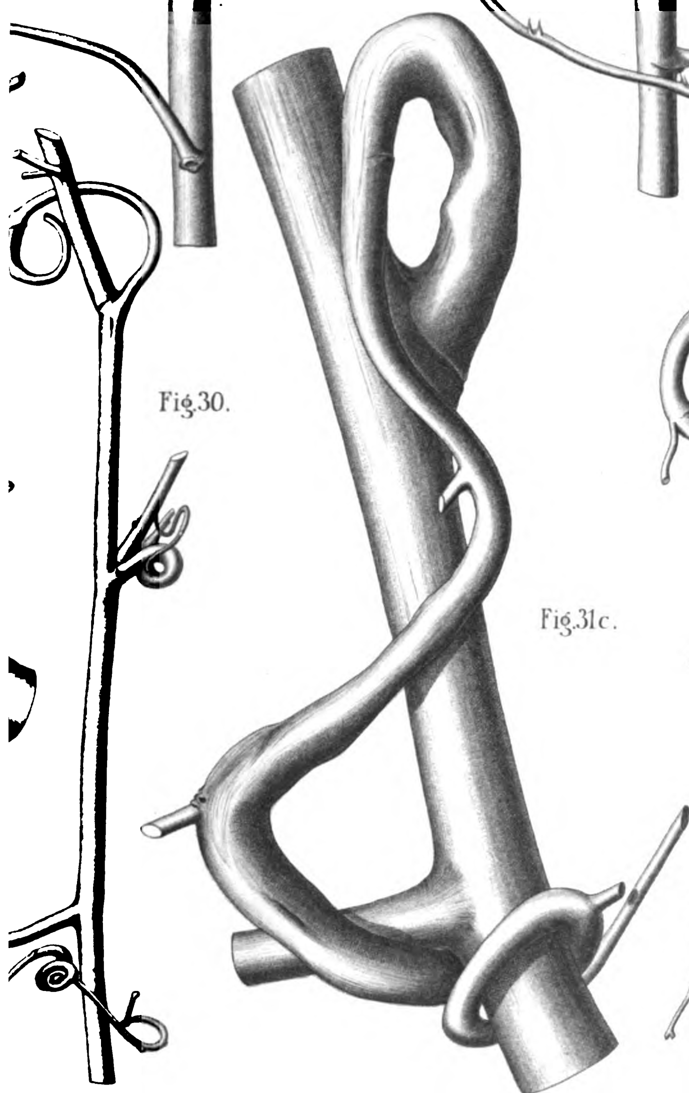


Fig. 31 c.

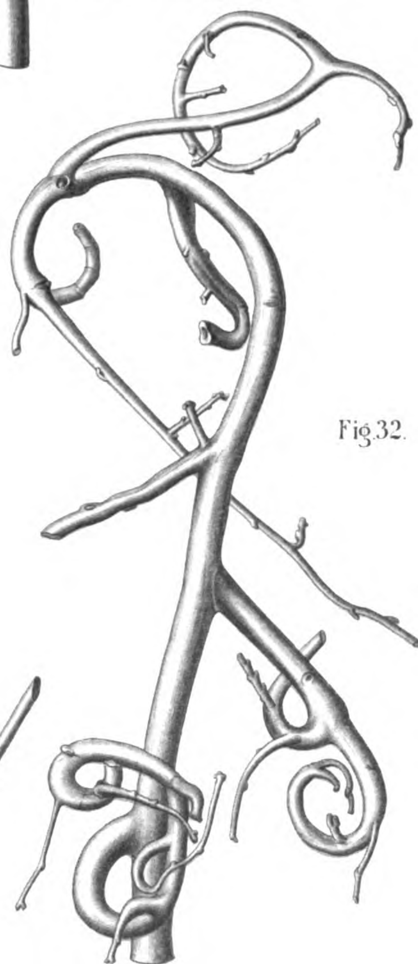


Fig. 32.

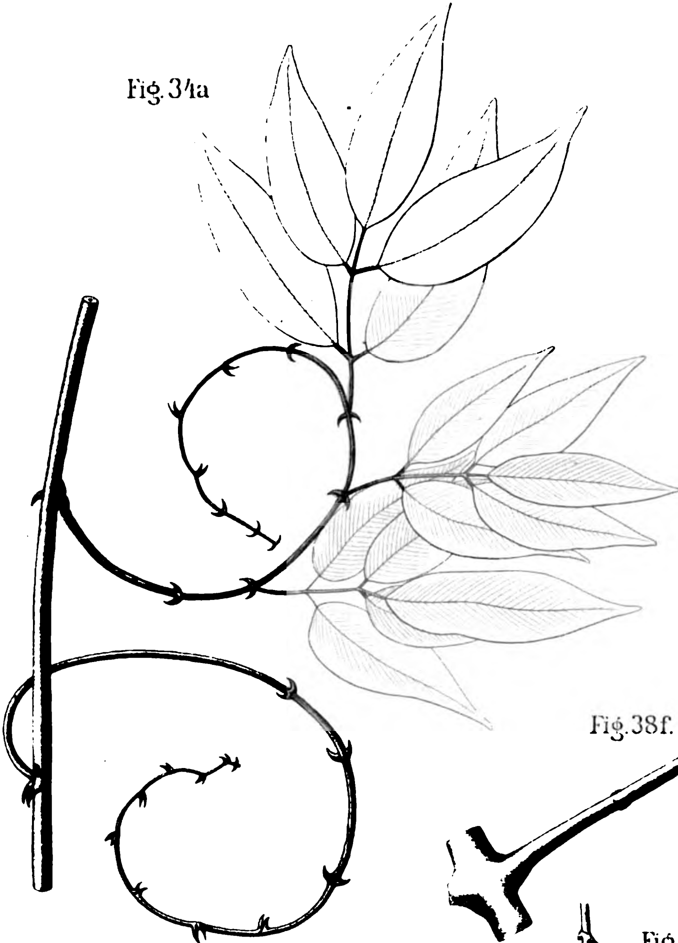

Fig. 34a


Fig. 34b.

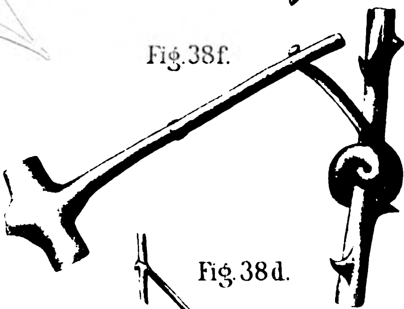

Fig. 38f.


Fig. 38b.

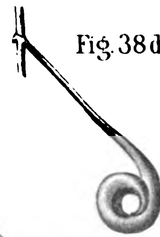
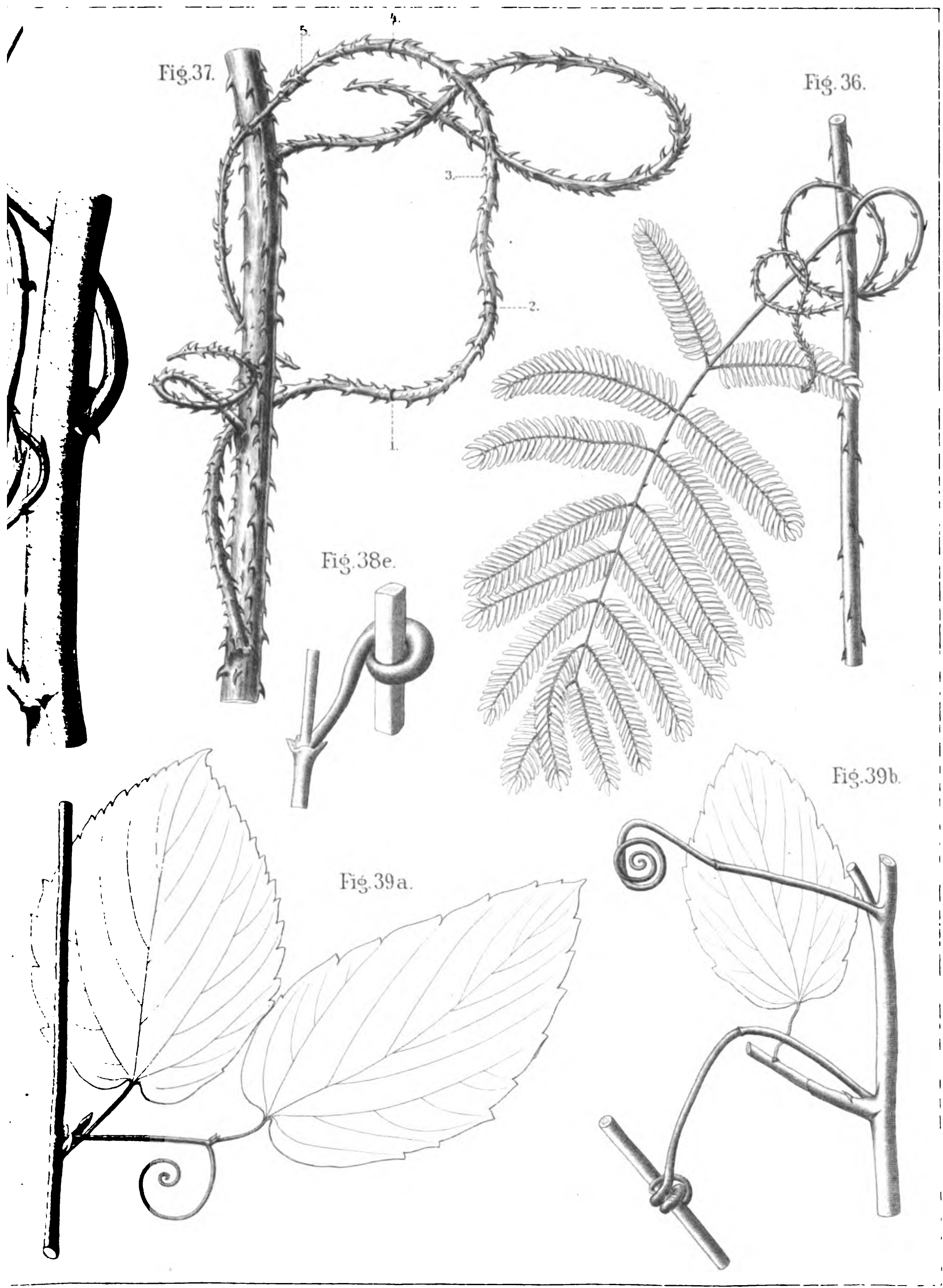

Fig. 38d.


Fig. 38c.


Fig. 38a.



Fischer Jena. Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



Fig. 40 a.

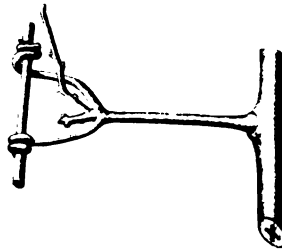


Fig. 41 c.

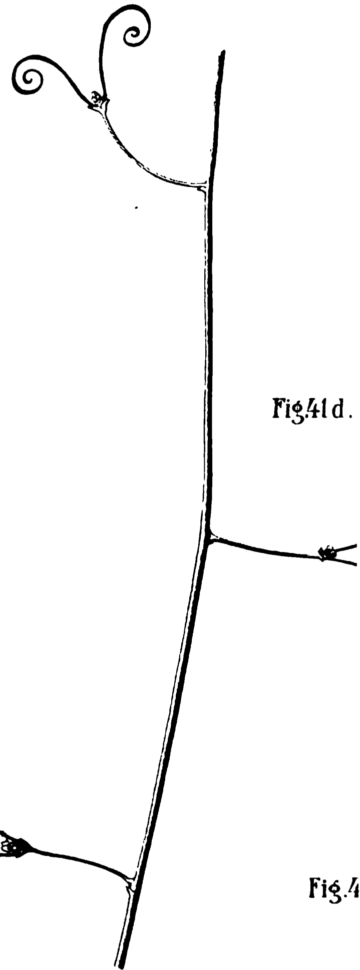


Fig. 41 d.



Fig. 41 b.



Fig. 41 a.

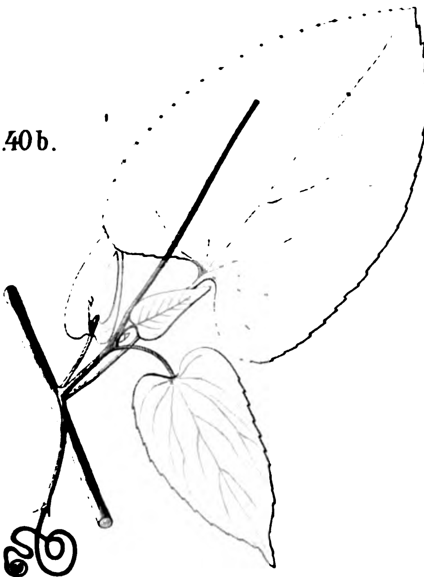


Fig. 40 b.

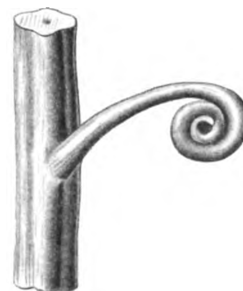


Fig. 42 b.



Fig. 4

H. Schenck gez.

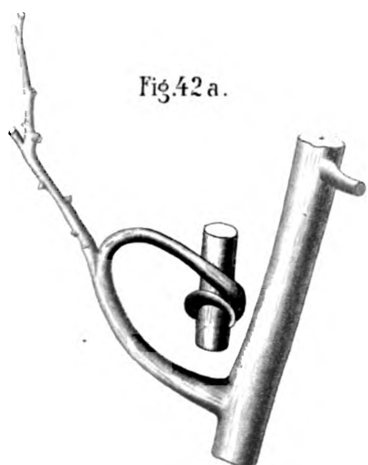


Fig. 42 a.

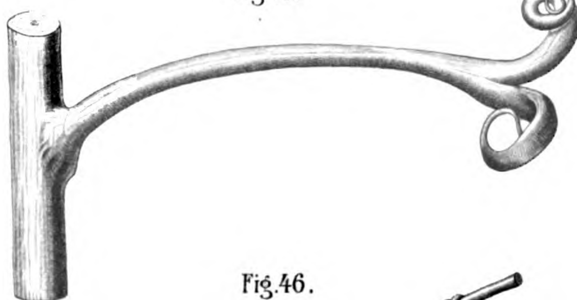


Fig. 45.

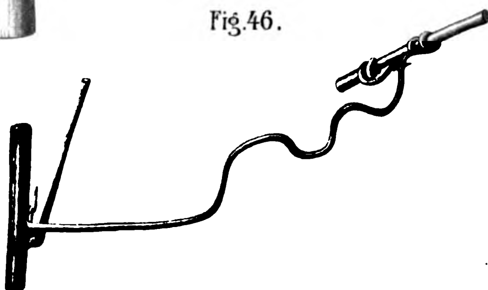


Fig. 46.

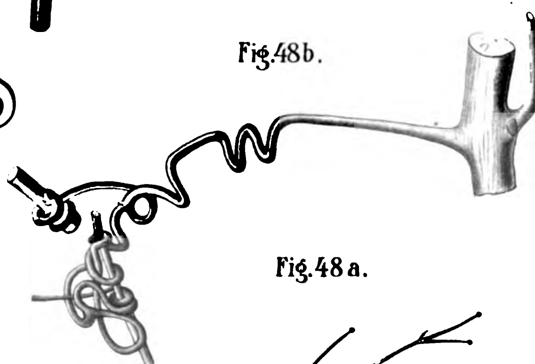
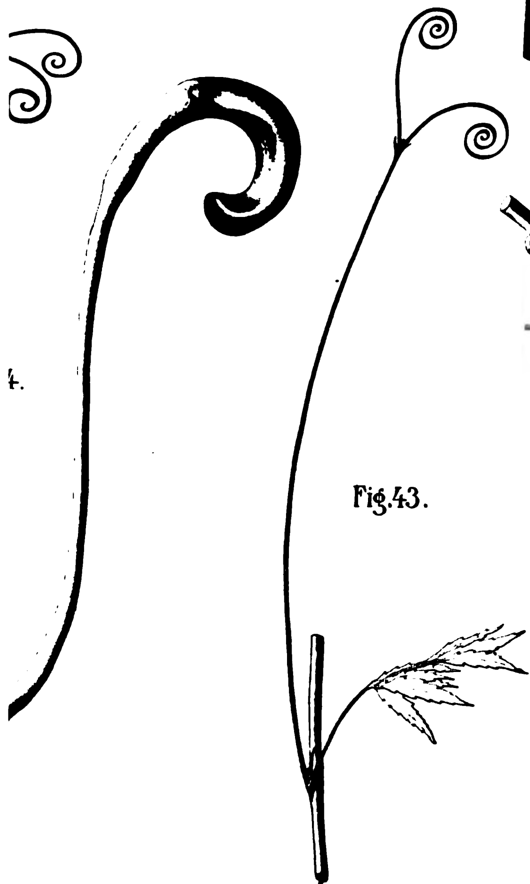


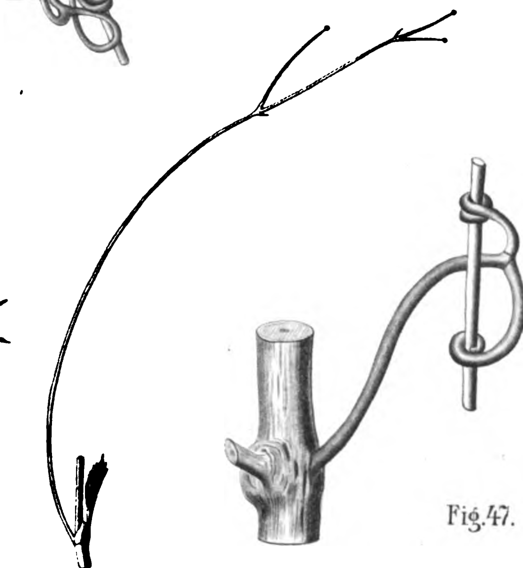
Fig. 48 b.

Fig. 48 a.



4.

Fig. 43.



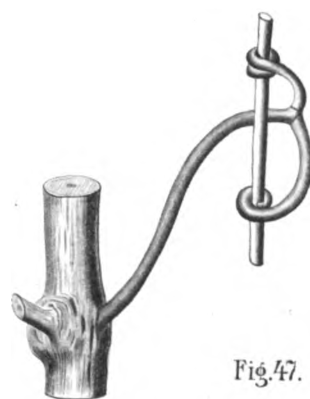


Fig. 47.

Botanische Mittheilungen aus den Tropen

herausgegeben

von

Dr. A. F. W. Schimper,
a. o. Professor der Botanik an der Universität Bonn.

Heft 5.

Beiträge zur Biologie und Anatomie der Lianen,
im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten.

II. Theil.

Beiträge zur Anatomie der Lianen.

Von

Dr. H. Schenck,
Privatdocent der Botanik an der Universität Bonn.

Mit 12 Tafeln und 2 Zinkographien im Text.

Jena,
Verlag von Gustav Fischer.
1893.

Beiträge

zur

Biologie und Anatomie der Lianen,

im Besonderen der in Brasilien einheimischen Arten.

II. Theil.

Beiträge zur Anatomie der Lianen.

Von

Dr. H. Schenck,

Privatdocent der Botanik an der Universität Bonn.

Mit 12 Tafeln und 2 Zinkographien im Text.

Herausgegeben mit Unterstützung der Kgl. preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer.

1893.

Inhaltsangabe.

Litteratur-Verzeichniss.

Avetta, C.: 1. Ricerche anatomiche ed istogeniche sugli organi vegetativi della Pueraria thunbergiana Benth. Ann. dell' Ist. bot. di Roma, I. 1885.
2. Contribuzione allo studio delle anomalie di struttura nelle radici delle dicotiledoni. Ann. dell' Ist. bot. di Roma 1887.
3. Contribuzione all' anatomia ed istologia della radice e del fusto dell' Antigonon leptopus Hook. ibid. 1888.

de Bary, A.: Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane. Leipzig 1877.

Blottière, R.: Etude anatomique de la famille des Menispermées. Paris 1886. Ref. in bot. Centralblatt XXIX p. 70.

Brandis, D.: The forest flora of North-, West- and Central-India. Lond. 1874.

Bureau, E.: 1. Monographie des Bignoniacées ou histoire génerale et particulière des plantes qui composent cet ordre naturel. Paris 1864.
2. Valeur des caractères tirés de la structure de la tige pour la classification des Bignoniacées. Bull. soc. bot. France 1872 p. 14.

Chodat, R.: 1. Monographia Polygalacearum. Mémoires de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève 1891.
2. Sur l'origine des tubes criblés dans le bois. Archives des sc. phys. et nat. 1892. Genève.

Chodat, R. et Roulet, Ch.: Structure anormale de la tige de Thunbergia laurifolia. Archives des sc. phys. et nat. 1892. Genève.

Crüger, H.: Einige Beiträge zur Kenntniss von sogenannten anomalen Holzbildungen des Dicotylenstammes. Bot. Ztg. 1850 u. 1851.

Decaisne, J.: Mémoires sur les Lardizabalées. Archives du museum d'histoire nat. I. Paris 1837.

Eichler, A.: 1. Ranunculaceae in Flora brasiliensis XIII_1.
2. Menispermaceae in Flora brasiliensis XIII_1.
3. Dilleniaceae in Flora brasiliensis XIII_1.

Gamble, J. S.: 1. List of the trees, shrubs and large climbers found in the Darjeeling district, Bengal. Calcutta 1878.
2. A manual of Indian Timbers. Calcutta 1881.

Gaudichaud, Ch.: Recherches générales sur l'organographie, la physiologie et l'organogénie des végétaux. Paris 1841.

Gheorghieff, St.: Beitr. zur vergl. Anatomie der Chenopodiaceen. Bot. Centralblatt XXX u. XXXI. 1887.

Haberlandt, G.: Physiologische Pflanzenanatomie. Leipzig 1884.

Hérail, J.: Etude de la tige des dicotylédones. Ann. sc. nat. Bot. 7. sér. II. 1885.

Hildebrand, F.: Anatomische Untersuchungen über die Stämme der Begoniaceen. Berlin 1859.

von Höhnel, Fr. R.: Die Entstehung der wellig-flachen Zweige von Caulotretus. Pringsheims Jahrb. für wiss. Bot. XIII. Leipzig 1882.

Hovelacque, M.: 1. Sur la formation des coins libériens des Bignoniacées. Comptes rendus. Paris 1887.
2. Caractères anatomiques généraux de la tige des Bignoniacées. Bull. soc. d'étud. scient. de Paris 1888.
3. Recherches sur l'appareil végétatif des Bignoniacées, Rhinanth., Orobanch. et Utricular. Paris 1888.

de Jussieu, A.: Monographie des Malpighiacées. Paris 1843.

Karsten, H.: Die Vegetationsorgane der Palmen. Schrift. Kgl. Acad. Wiss. Berlin 1847.

Kerner von Marilaun, J.: Pflanzenleben. Bd. I. 1888.

Krasser, F.: Zerklüftetes Xylem bei Clematis Vitalba L. Verh. zoolog. bot. Ges. Wien 1887 p. 795.

Krüger, O.: Beitrag zur Kenntniss der sog. anomalen Holzbildungen. Leipziger Dissertation. Nauen 1884.

Leonhard, M.: Beiträge zur Anatomie der Apocynaceen. Bot. Centralbl. XLV. 1891.

Marié, P.: Structure des Renonculacées. Ann. sc. nat. Bot. 6 sér. XX 1885 p. 30.

Mettenius, G.: Einige Bemerkungen über den Bau der Bignonien. Linnaea XIX 1846.

von Mohl, H.: Einige Andeutungen über den Bau des Bastes. Bot. Ztg. 1885.

Morot, L.: Recherches sur le péricycle. Ann. sc. nat. Bot. 6 sér. XX 1885.

Müller, Fr.: Ueber das Holz einiger um Desterro wachsender Kletterpflanzen. Bot. Ztg. 1866.

Nägeli, C.: 1. Ueber das Wachsthum des Stammes und der Wurzel bei den Gefässpflanzen. Beitr. zur wissensch. Bot. 1. Heft. Leipzig 1858.
2. Dickenwachsthum des Stengels und Anordnung der Gefässstränge bei den Sapindaceen. Beitr. zur wissensch. Bot. 4. Heft. Leipzig 1868.

Netto, L.: 1. Sur la structure anormale des tiges des Lianes. Ann. sc. nat. Bot. 4. sér. XX 1863.
2. Sur la structure anormale des tiges des Lianes. Ann. sc. nat. Bot. 5. sér. VI 1866.

Nördlinger: Holzquerschnitte. Stuttgart.

Pax, F.: Die Anatomie der Euphorbiaceen in ihrer Beziehung zum System derselben. Engler's bot. Jahrb. V 1884.

Petersen, O. G.: 1. Momenter til Caryophyllaceernes Anatomi. Bot. Tidskr. 16. Bd. Kopenhagen 1887.
2. Staengelbygningen hos Eggersia buxifolia. Bot. Tidskr. 16. Bd. Kopenhagen 1887.

3. Ueber das Auftreten bicollateraler Gefässbündel in verschiedenen Pflanzenfamilien und über den Werth derselben für die Systematik. Engler's bot. Jahrb. III 1882.

Potter, M. C.: 1. On the increase in thickness of the stem of the Curcurbitaceae. Proceedings of the Cambridge Philosophical Society VII 1889.

2. Additional note on the thickening of the stem in the Cucurbitaceae. ibid. 1890.

Radlkofer, L.: 1. Ueber das anomale Wachsth. des Stammes bei Menispermaceen. Flora 1858 p. 193.

2. Monographie der Sapindaceengattung Serjania. 1875.

3. Ueber die Entstehung der secundären Holzkörper im Stamme gewisser Sapindaceen. Bericht der 50. Vers. deutsch. Naturf. München 1877.

4. Ein Beitrag zur africanischen Flora (Acanthaceen p. 416). Abhandl. des naturwiss. Vereins zu Bremen. 8. Bd. 1884.

5. Ergänzungen zur Monographie der Sapindaceengattung Serjania. Abh. math. phys. Classe der Kgl. bayr. Acad. der Wiss. München XVI 1888.

6. Ueber die Gliederung der Familie der Sapindaceen. Sitzber. math. phys. Classe der Acad. München XX 1890.

Robinson, B. L.: 1. Beiträge zur Kenntniss der Stammanatomie von Phytocrene macrophylla Bl. Bot. Ztg. 1889.

2. On the stem-structure of Jodes tomentella Miq. and certain other Phytocreneae. Ann. du jard. de Buitenzorg. VIII Leiden 1890.

Sanio, C.: 1. Ueber endogene Gefässbündelbildung. Bot. Ztg. 1864.

2. Notiz über die Verdickung des Holzkörpers auf der Markseite bei Tecoma radicans. Bot. Ztg. 1864 p. 61.

3. Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Bot. Ztg. 1863.

Saupe, A.: Der anatomische Bau des Holzes der Leguminosen und sein system. Werth. Flora 1887.

Schleiden, M. J.: Grundzüge der wissenschaftl. Botanik. II. Leipzig 1850.

von Schlepegrell, G.: Beiträge zur vergl. Anatomie der Tubifloren. Bot. Centralblatt XLIX 1892.

Schulz, P.: Anatomische Studien über das anomale Dickenwachsthum von Bignonia. Flora 1884.

Schwendener, S.: Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotylen. Leipzig 1874.

Scott, D. H. and Brebner, G.: 1. On the anatomy and histogeny of Strychnos. Annals of Botany III 1889.

2. On internal phloëm in the root and stem of dicotyledons. Annals of Botany V 1891.

Scott, D. H.: On some points in the anatomy of Ipomoea versicolor Meissn. Annals of Botany 1891 V p. 173.

Solereder, H.: 1. Ueber den systematischen Werth der Holzstructur. München 1885.

2. Beiträge zur Anatomie der Aristolochiaceen. Engl. bot. Jahrb. X 1888.

Strasburger, E.: 1. Das botanische Practicum. 2. Aufl. Jena 1887.
2. Ueber den Bau und die Verrichtung der Leitungsbahnen in den Pflanzen. Jena 1891.

Van Tieghem, Ph.: 1. Traité de Botanique. 2. éd.
2. Symétrie de structure des plantes. Ann. sc. nat. Bot. 5. sér. XIII 1870—71.
3. Sur les tubes criblés extralibériens et les vaisseaux extraligneux. Journal de Botanique 1891 avril.
4. Sur la structure et les affinités des Mémécylées. Ann. sc. nat. Bot. 7. sér. T. 13.

Treiber, K.: Ueber den anatomischen Bau des Stammes der Asclepiadeen. Bot. Centralbl. XLVIII 1891 p. 210. 2 Tfl.

Treviranus: Ueber einige Arten anomalischer Holzbildung bei Dicotyledonen. Bot. Ztg. 1847.

Vesque, J.: Anatomie comparée de l'écorce. Ann. sc. nat. Bot. 6. sér. II 1875.

Volkens, G.: Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste. Berlin 1887.

Wakker, J. H.: „Bau und Dickenwachsthum des Stengels von Abrus precatorius." Bot. Ztg. 1889.
(NB. Die von Wakker untersuchte Pflanze ist nicht Abrus, sondern Rhynchosia phaseoloides.)

Warburg, O.: Ueber Bau und Entwicklung des Holzes von Caulotretus heterophyllus. Bot. Ztg. 1883.

Weiss, J. E.: 1. Anatomie und Physiologie der fleischig verdickten Wurzeln. Flora 1880.
2. Das markständige Bündelsystem einiger Dicotylen in seiner Beziehung zu den Blattspuren. Bot. Centrbl. XV 1883.

Westermaier, M. und Ambronn, H.: Beziehungen zwischen Lebensweise und Structur der Schling- und Kletterpflanzen. Flora 1881.

Wigand, A.: Einige Beispiele anomaler Bildung des Holzkörpers. Flora 1856.

Witte, L.: Ueber den Bau des Holzes einiger Lianen. Freiburger Dissertat. Kiel 1886.

Zacharias, E.: Ueber die Anatomie des Stammes der Gattung Nepenthes. Inaug.-Diss. Strassburg 1877.

Vorwort.

Das zu vorliegender Abhandlung in erster Linie benutzte reichhaltige Material von Lianenstämmen wurde von mir 1886/87 in Brasilien gesammelt. Im Anschluss an die anatomische Bearbeitung desselben habe ich ferner die gesammte mir zur Verfügung stehende Litteratur über Anomalien von Kletterpflanzen zu einer Zusammenstellung der Besonderheiten des Stammbaues dieser Gewächse verwerthet. Wenn wir von der älteren, vieles Brauchbare enthaltenden Arbeit Crüger's über westindische Lianen (Bot. Ztg. 1850 u. 1851) absehen, finden wir die bisher vollständigste Behandlung des Gegenstandes in der „Vergleichenden Anatomie" von De Bary (1877), welcher die bis dahin zerstreuten Angaben kritisch mit seinen eigenen Untersuchungen zu einer im Wesentlichen nach anatomischen Gesichtspunkten angeordneten Darstellung verband. Seit De Bary's Werk sind nur Einzelarbeiten auf diesem Gebiete erschienen.

Ich habe für die specielle Darstellung die Anordnung des Stoffes nach dem System gewählt, weil die verschiedenen Typen des Dickenwachsthums an ein und demselben Stamm combinirt auftreten können und weil bei einer solchen Anordnung der phylogenetische Gesichtspunkt mehr in den Vordergrund tritt, und ferner auch die Benutzung der Angaben für systematische Zwecke erleichtert wird.

Grossen Werth glaubte ich auf möglichst vollständige Abbildung der wichtigsten Typen von Lianenstämmen legen zu müssen, zumal diese meist tropischen Objecte nicht immer leicht zur Verfügung

stehen. In diesem Sinne spreche ich der hohen Königlichen Academie der Wissenschaften in Berlin, welche für die Herstellung der anatomischen Tafeln die erforderlichen Mittel geneigtest bewilligte, meinen ergebensten Dank für ihre Munificenz aus.

Unter Hinweis auf das Vorwort zum 1. Theile (Heft 4 dieser Mittheilungen) möchte ich den daselbst erwähnten Herren, welche mir bei der Anfertigung der Arbeit behülflich waren, meinen herzlichsten Dank hier nochmals wiederholen, besonders noch Herrn Prof. Schimper für seine Mithülfe an der Correctur auch dieses Heftes.

Bonn, Botanisches Institut. Januar 1893.

H. Schenck.

I.

Allgemeines über die Structur der Lianenstämme.

§ 1.
Unabhängigkeit der Stammstructuren von dem Modus des Kletterns.

Nicht minder mannigfaltig wie die Einrichtungen der Lianen zum Emporklettern und zur Befestigung an ihren Stützpflanzen sind die beim Dickenwachsthum zum Vorschein kommenden Structuren der Stämme der holzigen Vertreter dieser Gewächse. Obwohl auch manche nicht kletternde Lignosen durch abweichende Formen des Stammeswachsthums ausgezeichnet sind, so erscheinen doch gerade bei den Lianen die Anomalien gehäuft und zielen, wenn auch auf sehr verschiedenem morphologischen Wege zu Stande kommend, in den meisten Fällen darauf hin, den Stämmen eine mehr oder weniger vollkommene Kabelstructur zu verleihen. Es lassen sich auch hier wie bei den Klettervorrichtungen höhere und tiefere phylogenetische Stufen erkennen. Manche Lianenstämme unterscheiden sich, was das Dickenwachsthum anbelangt, in nichts von gewöhnlichen Sträuchern oder Bäumen, andere zeigen nur geringe Abweichungen, die aber schon von einem gewissen Vortheil sein können, und von diesen ausgehend gelangen wir zu immer complicirteren Formen, deren in gewissen Punkten übereinstimmende Structureigenthümlichkeiten entschieden als Anpassungserscheinungen aufzufassen sind.

Es muss hervorgehoben werden, dass der biologischen Eintheilung der Lianen in die 4 Gruppen der Spreizklimmer, der Wurzelkletterer, der Winder und der Ranker eine Gruppirung nach dem anatomischen Aufbau des Stammes nicht entsprechen würde. Die complicirtesten und am weitesten vorgeschrittenen Modificationen in der Anordnung der

Holz- und Siebtheile des verdickten Stammes treffen wir allerdings an bei den höchst entwickelten Lianen, den Windern und den Rankern, namentlich in den holzigen von den Baumkronen herabhangenden Stämmen der letzteren. Weder die Windepflanzen noch die Rankenpflanzen folgen aber hier einem bestimmten Typus. Sie enthalten beide in Bezug auf die Structur tiefer stehende Formen mit normalem Dickenwachsthum und alle möglichen Stufen von complicirterem Aufbau, die in gleicher Weise bei Vertretern beider Gruppen ausgebildet sein können. So finden wir beispielsweise eine nachträgliche Zerklüftung des Holzkörpers in einzelne selbständig sich weiter verdickende Stränge sowohl bei windenden Malpighiaceen, als auch bei rankenden Sapindaceen und Bauhinien, so zeigen die Aristolochien mit windendem Stengel dieselbe Ausbildung des Holzes mit breiten Markstrahlplatten wie gewisse holzige Cucurbitaceen mit Ranken. Die unterste biologische Stufe der Lianen, die Spreizklimmer, verrathen auch bezüglich des Stammbaues keine weitgehenden Modificationen und folgen meist dem gewöhnlichen Typus derjenigen Familie, der sie angehören. Unter ihnen haben die Amarantaceen, Phytolaccaceen und Nyctaginaceen complicirteres Dickenwachsthum, wiederholte Gefässbündelbildung aus dem Pericykel, aber diese Structuren stellen einen besonderen Familiencharakter dar, welcher sich nur nach bestimmter Richtung etwas weiter entwickelt hat.

Auch die Wurzelkletterer haben in der Regel normales Dickenwachsthum, wie Ficus, Marcgravia, Hedera, Rhus Toxicodendron. Sie bilden aber keine frei herabhängenden, Biegungen und Torsionen ausgesetzten Lianentaue, sind vielmehr den Stützbäumen fest angeheftet. Nur die wurzelkletternden Begonien und Piper fluminense zeigen einige Abweichungen von dem Verhalten der strauchigen und baumartigen Formen dieser Gattungen, aber von complicirten Structuren der Winder und Ranker sind keine zur Entwicklung gelangt.

Eine Gruppirung der Lianenstammstructuren muss somit lediglich nach rein anatomischen Characteren vorgenommen werden. Es bestätigt sich bei den Lianen die Erfahrung, dass Gewächse, die zu einer bestimmten besonderen Lebensweise übergegangen sind, nicht in allen ihren Organen ein gleichmässiges Fortschreiten zu angepassten Formen aufweisen, dass bei ein und demselben Vertreter ein Organ nach bestimmter Richtung hin weiter vorgeschritten sein kann, als ein anderes, je nach der Plasticität desselben und je nach der Beschaffenheit der unter der Herrschaft erblicher Familieneigenthümlichkeiten stehenden Ausgangsformen.

§ 2.

Differenzirung der einzelnen Elemente der Lianenstämme.

Bevor ich versuche, die verschiedenen Stammstructuren zu gruppiren und ihre Bedeutung zu erörtern, sei zunächst die Frage erörtert, inwieweit sich Besonderheiten in der Differenzirung der einzelnen Gewebselemente der Stämme bei den Lianen nachweisen lassen. Dieselben zeigen im Allgemeinen denselben Aufbau, dieselbe Structur der Elemente des Holzkörpers, des Phloëms, des Markes und der Rinde wie die nicht kletternden Sträucher und Bäume. Nur in einigen Punkten zeigen sich Besonderheiten, zu denen in erster Linie die über das Normale hinausgehende Weite eines Teiles der Gefässe, in zweiter Linie die häufig wiederkehrende, relativ reichliche Entwicklung von dünnwandigem Parenchym (Holzparenchym oder Markstrahlenparenchym), wodurch die festen Elemente des Holzkörpers in mehr oder weniger getrennte Stränge zerlegt werden, hervorgehoben zu werden verdient. Aber auch diese beiden Eigenthümlichkeiten treten in manchen Stämmen selbst hochkletternder Sträucher kaum oder nicht hervor, so dass die letzteren sich in nichts von den Stämmen nicht kletternder Holzpflanzen unterscheiden. Jedoch sind solche Vorkommnisse nicht massgebend für die Beurtheilung der Besonderheiten der phylogenetisch weiter vorgeschrittenen Structuren, deren Betrachtung allein uns über die charakteristischen und mit der speciellen Lebensweise in Beziehung stehenden Eigenthümlichkeiten, wie sie namentlich in dem Dickenwachsthum der Lianen sich äussern, Aufschluss giebt.

Die Elemente des Holzkörpers gliedern sich naturgemäss, wie Strasburger in seinem Werke über Bau und Verrichtung der Leitungsbahnen (p. 469) hervorhebt, in ein tracheales und ein parenchymatisches System, beide morphologisch scharf von einander geschieden. Zu ersterem sind zu rechnen die Gefässe, gefässähnlichen Tracheiden, Tracheiden und Fasertracheiden, zu letzterem das Vasal- oder Holzparenchym, die Ersatzfasern, gefächerten Holzfasern, ungefächerten lebenden oder todten Holzfasern, ferner Secretzellen, Krystallkammerfasern. Jedes System bildet für sich ein morphologisch und entwicklungsgeschichtlich zusammenhängendes Ganze.

Was zunächst die Gefässe anbelangt, so werden in den primären Vasaltheilen zunächst enge Ring- und Spiralgefässe entwickelt. Auch die in dem ersten secundären Holz auftretenden Tüpfelgefässe sind englumig und bilden bei den meisten Lianen eine sich von dem spätern secundären Holz scharf abhebende Zone, in welcher alle Ele-

mente englumig entwickelt sind. Die Gefässe heben sich hier auf Querschnitten kaum von den die Grundmasse zwischen den Markstrahlen bildenden Holzfasern bezw. Fasertracheiden ab. Holzparenchym tritt sehr sparsam, gewöhnlich nur in der unmittelbaren Umgebung der Gefässe auf. Für diesen innersten Ring des secundären Holzes wende ich die Strasburger'sche Bezeichnung „axiales Holz" an, für das lockere spätere secundäre Holz seine Bezeichnung periaxiales Holz.[1]) Warburg nennt in seiner Arbeit über Caulotretus (p. 621) ersteres Centralholz, letzteres Aussenholz, Robinson (Bot. Ztg. 1889, p. 650) bezeichnet für Phytocrene das axiale als Ringholz, das periaxiale als Zackenholz.

Während nun bei den normalwüchsigen Holzpflanzen der Uebergang vom axialen zum periaxialen Holz ein ganz allmähliger ist oder überhaupt kein Unterschied zu bemerken ist, so ist fast allgemein bei Lianen der Gegensatz ein sehr scharfer und unvermittelter. Welche Ursachen bewirken es nun, dass das Cambium plötzlich mit der Erzeugung von grossen, schon mit blossem Auge sichtbaren Wasserbahnen beginnt? Dieser scharfe Gegensatz steht in Einklang mit dem biologischen Verhalten der kletternden Langtriebe. Dieselben wachsen rasch noch vor der Entfaltung ihrer Blätter, — die bei manchen Arten ausserdem niederblattartig reducirt ausgebildet sind, während die eigentlichen Laubblätter erst an den Seitenachsen entwickelt werden — in die Höhe und bedürfen, solange noch keine oder nur wenige transpirirende Flächen vorhanden sind, eine viel geringere Wassermenge, als nachdem der Langtrieb seine spätere Länge erreicht hat, die Laubblätter entwickelt und sich verzweigt. Es kommt bei den Langtrieben, welche häufig anfangs keine Stütze finden und auf längere Strecken frei sich erheben müssen, zunächst darauf an, einen bis zu einem gewissen Grade biegungsfesten Holzcylinder auszubilden, in dem die mechanischen Elemente die trachealen überwiegen und dann erst werden, um dem Bedürfniss einer erhöhten Transpiration Rechnung zu tragen, mit der Entwickelung des Laubes die weiten Bahnen geschaffen. Die Langtriebe verhalten sich in ihrer Jugend ähnlich wie die blattlosen Stammranken, deren Holzkörper auch nur aus axialem Holz besteht und deren sparsam vorhandene tracheale Elemente keinen grössern Durchmesser erreichen als die mechanischen Fasern. Periaxiales Holz kommt selbst an den kräftigen dicken alten Holzranken von Strychnos, Uncaria etc. nicht zur Ausbildung.

[1]) Strasburger, Bau und Ver. p. 197.

Das periaxiale Holz mit seinen weiten Gefässen könnte auch als typisches Lianenholz bezeichnet werden. In allen Fällen, in denen in Lianenstämmen nachträglich aus neu entstehenden Cambien Holzbastmassen gebildet werden (siehe die Uebersicht § 3), hat das Holz derselben periaxialen Charakter mit weiten Gefässen. Nirgends werden in demselben primäre Gefässformen mit ring- oder schraubenartigen Verdickungen erzeugt.

Neben sehr weiten Gefässen treten fast allgemein in den Lianenhölzern auch englumige Gefässe, oder auch hier und dort gefässähnliche Tracheiden und Tracheiden auf, sei es in kleinen Gruppen dicht neben den weiten, sei es in besonderen meist radial gerichteten Gruppen. Die weiten Gefässe sind meist ziemlich gleichmässig im periaxialen Holz vertheilt. Nur in wenigen Hölzern zeigt sich eine zonenartige Anordnung (Bignoniaceen, Dalbergieen), welche an Jahresringbildung erinnert, aber nicht ohne weiteres mit solcher in Verbindung zu bringen ist. Nur an extratropischen Lianen ist Jahresringbildung deutlich ausgeprägt.

Die weitlumigen Gefässe sind fast überall kurzgliederige Tüpfelgefässe. Bezüglich der Maasse derselben ist zu constatiren, dass der Durchmesser bei den tropischen Waldlianen in der Mehrzahl der Fälle 0,2—0,3 mm beträgt, in ein und demselben Stamm aber Schwankungen unterworfen ist.

Die weitesten Gefässe, die ich beobachtete, messen 0,6 mm, ausnahmsweise steigt bei einzelnen von elliptischer Querschnittsform das Maass auch auf 0,7 mm im grösseren Durchmesser.

Im Folgenden seien einige Messungen in mm angegeben:

Mucuna altissima 0,25—0,60
Ipomoea umbellata 0,50
Stigmatophyllum acuminatum 0,50
Cissus sulcicaulis 0,48—0,58
Cissus meliaefolia 0,42
Cissus sicyoides 0,37
Dalechampia ficifolia 0,40
Fragariopsis scandens 0,40—0,50
Wilbrandia verticillata 0,38
Anisosperma Passiflora 0,30
Securidaca lanceolata 0,30
Bignonieen 0,20—0,30
Heteropteris aenea 0,28
Bauhinia 0,27
Dalbergia variabilis 0,26
Mendozia Velloziana 0,25
Peireskia aculeata 0,25
Aristolochia triangularis 0,25
Celtis brasiliensis 0,20—0,25
Hebanthe holosericea 0,23
Piper fluminense 0,20
Menispermaceen 0,15—0,20
Passiflora setacea 0,20
Wistaria sinensis 0,20
Thinouia mucronata 0,15—0,20
Begonia fructicosa 0,18
Tournefortia laevigata 0,10
Salacia spec. 0,06.

Es giebt eine Anzahl von Lianenhölzern, deren Gefässe indessen die gewöhnlichen Maasse, für die im Mittel vielleicht 0,03—0,05 an-

genommen werden darf, kaum oder nicht übertreffen (vgl. die Angaben von Hérail p. 299), so z. B. Hedera, Lonicera, Hoja, aber gegen die grosse Mehrzahl der weitporigen treten dieselben ganz zurück.

Der grosse Durchmesser der weiten Gefässe steht offenbar in directer Beziehung zu den Wasserleitungsvorgängen in dem Lianenstamme, welcher auf weite Entfernung bei relativ geringem Durchmesser des Holzkörpers den Transpirationsstrom zu befördern hat.

Westermaier und Ambronn (p. 420) sind daher der Ansicht, dass es darauf ankomme, die Adhäsion an den Wänden der leitenden Kanäle möglichst zu verringern, was durch die Vergrösserung des Querschnittes der leitenden Kanäle (Gefässe und Siebröhren) erreicht werde. Die adhärirenden Flächen würden im Verhältniss zur Menge der zu leitenden Stoffe vermindert.

Hérail, welcher (p. 299) eine vergleichende Liste der Gefässweiten von kletternden und nicht kletternden Arten der verschiedensten Familien giebt, meint, dass hauptsächlich der relativ geringere Durchmesser der Stämme der Kletterpflanzen in Betracht gezogen werden müsse. Die Anzahl der Gefässe sei daher reducirt und diese müssten weiter werden, um die Flüssigkeiten leichter circuliren zu lassen.

Beide Ansichten setzen ohne Nachweis voraus, dass weite Gefässe leichter und schneller das Heben des Wassers besorgen als enge.

Eine Thatsache verdient nun ganz besonderer Berücksichtigung. Das ist das Auftreten englumiger Gefässe bezw. Tracheiden neben den weiten. Die engen trachealen Bahnen stehen an zahlreichen Stellen mit weiten in Verbindung. Diese Differenzirung zeigt sich durchgehends in allen untersuchten Lianenhölzern. Die engen Bahnen dienen nun, wie Strasburger[1]) auf Grund seiner Versuche hervorhebt, vorzugsweise der Leitung, die weiten vorzugsweise der Wasserspeicherung. Die letzteren werden daher bei erhöhter Transpiration und verringerter Zufuhr aus dem Boden zunächst entleert, während die letzteren das Wasser am längsten festhalten. Eine ähnliche Bedeutung kommt nach Strasburger (p. 769) auch den Erweiterungen der Wasserbahnen im Stamme der Palmen und von Zea zu. Auch hier wird die Leitung von den engen Bahnen, die ihr Wasser aus den erweiterten Gefässen schöpfen, besorgt. Die Gefässe erweitern sich, wie seit Hugo von Mohl[2]) bekannt

---

[1]) Strasburger, Bau und Ver. p. 470, 570, 826, 873.

[2]) cf. De Bary p. 176.

ist, im Palmenstamm ausserordentlich und erreichen hier Maasse, die ganz an die weiten Gefässe der Lianen erinnern.

Mit dem Nachweis einer solchen Arbeitstheilung ist allerdings noch nicht erklärt, warum dieselbe gerade bei Lianen so ausgeprägt ist. Es muss mit berücksichtigt werden, dass im Vergleich zu andern Holzpflanzen der Stamm hier im Verhältniss zur reich entwickelten Laubkrone einen relativ geringen Durchmesser besitzt, dass in seinem Holze somit eine bedeutend grössere Menge von Wasser geleitet werden muss als in einem gleich dicken Holzcylinder eines Baumes. Daher erscheint es vortheilhaft, den für die als Wasserreservoir dienenden Gefässe verfügbaren Raum im Holzkörper zur Ausbildung von weiten Röhren zu benutzen, welche mehr Flüssigkeit in sich fassen können als eine denselben Raum einnehmende grössere Anzahl von englumigen Bahnen gewöhnlicher Ausbildung. Die Laubmassen der tropischen Lianen entfalten sich auf den Kronen der Waldbäume und erfordern ohne Zweifel zu ihrer Transpiration eine reichliche Zuführung von Wasser. Die grossen Wasserreservoire in den Stämmen bewirken einen gleichmässigen Verlauf der Transpiration, sie verlangen aber, um den hohen Bedarf zu decken, ein feuchtes, regenreiches Klima, und dementsprechend erfahren die Lianen ebenso wie die Epiphyten ihre Hauptentwicklung und charakteristische Ausbildung in den feuchten tropischen Regenwäldern. Nur hier begegnet man den ausserordentlich weitporigen sogenannten Wasserlianen, welche aus abgeschnittenen Stammstücken aus den weiten Gefässen reichlich Wasser ausfliessen lassen, wenn dieselben sich nach Regen oder feuchtem Wetter vollgesogen haben.

Die Gefässe wie überhaupt alle Holzelemente stehen in Lianenstämmen entsprechend dem relativ geringen Dickenwachsthum viel länger in Function als in den Stämmen von Bäumen. Kernholzbildung tritt nur ganz vereinzelt auf.[1]) In allen typischen weichholzigen Stämmen reichen die lebendigen Elemente selbst im Alter bis zur Mitte.

Häufig tritt allerdings Thyllenbildung in den grossen Gefässen ein, viel häufiger als es bei anderen Holzpflanzen der Fall ist. Thyllen konnte ich fast in jeder Stammprobe in den ältern Gefässen auffinden, in verschiedenster Ausbildung, meist in Form zartwandiger Zellen, mit oder ohne Stärke, wie auch in Form leerer verdickter getüpfelter Zellen. In einzelnen Fällen waren die Thyllen sogar

[1]) Strasburger, Bau und Ver. p. 197.

steinzellenartig bis zum Schwinden des Lumen verdickt. Die Thyllen füllen die Gefässe aber nicht vollständig aus, erscheinen oft nur auf kleinen Strecken und dürften daher die Functionen der weiten Gefässe als Wasserreservoire nicht behindern, wenigstens nicht ausschliessen.

Eine besondere Form der Tracheiden stellen die Fasertracheiden, von De Bary (p. 495) „faserähnliche Tracheiden" genannt, vor. Sie repräsentiren, wie Strasburger (Bau u. Ver. p. 468) hervorhebt, mit den Gefässen und Tracheiden zusammen ein morphologisch und phylogenetisch im Zusammenhang stehendes System im Holzkörper. Die Fasertracheiden besitzen behöfte Tüpfel, welche zerstreut auf der Wandung auftreten, sie führen keinen lebenden Inhalt mehr, sind nie gefächert und erhalten in Folge Uebernahme wesentlich mechanischer Function stark verdickte Zellwände. Das Lumen ist oft sehr enge und dürfte für die Wasserleitung kaum oder überhaupt nicht mehr in Betracht kommen. Die Fasertracheiden sind überall scharf von den Holzfasern zu unterscheiden, weil sie anderer morphologischer Herkunft sind. Die Unterscheidung ist manchmal nicht ganz leicht, wenn die Hoftüpfel sehr klein sind, denn die Holzfasern können auch durch Uebernahme wesentlich mechanischer Function ganz ähnliche Form annehmen wie die Fasertracheiden, können ihren Inhalt vollständig verlieren, ihre Wand stark verdicken, haben aber stets einfache Tüpfel.

Sanio (Bot. Ztg. 1863 p. 93) unterschied 3 Systeme im Holzkörper, nämlich 1. das parenchymatische, 2. das bastfaserähnliche und 3. das tracheale System, zu denen ferner noch die Markstrahlen als wagerecht gestreckte Organe hinzukommen. Das bastfaserähnliche System zerfällt nach ihm weiterhin in

1. Libriform, einfach oder behöft getüpfelt,
2. gefächerte oder getheilte Libriformfasern.

Holzfasern und Fasertracheiden sind also noch in einer Gruppe vereinigt.

De Bary (p. 496) hat auch den wichtigen Unterschied zwischen beiden nicht scharf genug hervorgehoben, denn er rechnet zum Theil auch behöft getüpfelte Fasern (Quercus, Daphne, Liriodendron, Fraxinus etc.) unter die Holzfasern. Haberlandt (p. 357) betrachtet solche Fasern mit kleinen behöften Tüpfeln als Uebergangsformen zwischen Libriformfasern (= Holzfasern) und Fasertracheiden, hervorgerufen durch Uebernahme der Function der Wasserleitung von Seiten des Libriforms. Je mehr diese Funktion ausgebildet werde, desto mehr nähere sich das Libriform den Tracheiden. Ein solcher

Uebergang ist aber mit Sicherheit bis jetzt noch nicht nachgewiesen. Im Gegentheil kann man bei genauer Untersuchung der Hölzer stets beide Elemente auseinander halten. Wenn die Fasertracheiden in Folge der Kleinheit der Tüpfel nicht ohne Weiteres als solche zu erkennen sind, so giebt über ihre Natur der Vergleich mit nahe verwandten Formen leicht Aufschluss.

Die Fasertracheiden bilden nun bei einer Anzahl von Familien die Grundmasse des Holzes zwischen den Markstrahlen und den von Holzparenchym umgebenen Gefässen. In der Regel ist das Auftreten von Fasertracheiden als Grundmasse des Holzes innerhalb gewisser Familien constant und kann als systematischer Charakter Verwendung finden. Solereder schreibt in seinem Buche über den systematischen Werth der Holzstructur mit Recht der Tüpfelung des Holzprosenchyms eine hohe Bedeutung zu und findet, dass dieselbe mindestens einen Gattungscharakter abgebe. Er unterscheidet Hoftüpfelprosenchym (= Fasertracheiden) und einfach getüpfeltes Prosenchym (= Holzfasern).

Was nun die Lianenhölzer anbelangt, so haben dieselben in Bezug auf die Ausbildung der Fasertracheiden keine Besonderheit vor den Bäumen und gewöhnlichen Sträuchern voraus. In folgenden Lianenfamilien treten nach Solereder's (p. 22) und eigenen Untersuchungen Fasertracheiden im Holze auf:

Menispermaceae	**Passiflora**
Lardizabalaceae	**Aristolochiaceae**
Nepenthaceae	**Apocynaceae**
Dilleniaceae	**Asclepiadaceae**
Polygalaceae	**Borragineae (excl. Cordieae)**
Trigoniaceae	**Convolvulaceae**
Hippocrateaceae	**Caprifoliaceae (Lonicera).**

Viel häufiger aber besteht die Grundmasse des Holzes ausschliesslich aus faserförmigen, einfach getüpfelten Elementen, den Holzfasern, die Strasburger von dem Holzparenchym ableitet.

Zu dem parenchymatischen System des Holzes sind somit zu rechnen: 1. dünn- und dickwandiges Holzparenchym, durch Quertheilung aus faserförmig auswachsenden Cambiumzellen entstehend, 2. Ersatzfasern, mit Inhalt, ungefächert, dünnwandig, 3. gefächerte Holzfasern, mit dicken Längswänden und zarten Querwänden, 4. Holzfasern, dickwandig, ohne Fächerung, entweder noch mit Inhalt (Stärke) oder inhaltslos und Luft führend.

Einfach getüpfelte Holzfasern, gefächert oder ungefächert, oder

beide gleichzeitig, treffen wir an als Grundmasse des Holzes bei folgenden Lianen enthaltenden Familien: [1])

Piperaceae	Vitaceae
Moraceae	Rhamnaceae
Ulmaceae	Euphorbiaceae (Dalechampia, Fragariopsis)
Polygonaceae	Araliaceae
Chenopodiaceae	Cactaceae
Amarantaceae	Onagraceae
Phytolaccaceae	Combretaceae
Nyctaginaceae	Leguminosae
Anonaceae	Bignoniaceae
Ranunculaceae	Acanthaceae
Capparidaceae	Verbenaceae
Violaceae	Compositae.
Sapindaceae	
Malpighiaceae	

Bei einer Anzahl von Familien tritt nach Solereder sowohl einfach wie hofgetüpfeltes Prosenchym, aber nach Gattungen vertheilt, auf, so z. B. bei Rubiaceen, Loganiaceen, Euphorbiaceen u. a. Die verschiedene Zusammensetzung der Grundmasse des Holzes hat systematisches Interesse und kann unter Umständen für die Bestimmung unbekannter Lianenhölzer von Bedeutung sein.

Bezüglich der Holzfasern zeigen die Lianen nichts Eigenthümliches, nur ist zu erwähnen, dass verhältnissmässig häufig Fasern mit dicker, das Lumen oft bis zum Verschwinden bringender gallertartiger Innenschicht (Sanio, Bot. Ztg. 1863, p. 103, 105) auftreten, so z. B. bei Malpighiaceen, Vitaceen, Leguminosen etc.

Dagegen verdient hervorgehoben zu werden, dass in dem Holze mancher typischen Lianen das Holzparenchym eine relativ bedeutende Entwickelung erfährt und dabei grösstentheils zartwandig bleibt. Nur die Belagzellen der Gefässe behalten dickere getüpfelte verholzte Wände bei. Sanio (Bot. Ztg. 1863 p. 389) unterscheidet der Lage nach paratracheales Holzparenchym (neben den Gefässen) und metatracheales (in Querbinden zwischen dem Holzprosenchym). In vielen Hölzern unterscheiden sich beide Parenchymarten auch etwas in Form und Inhalt der Zellen. Grosse Wichtigkeit hat aber diese Unterscheidung nicht. In den weichholzigen Lianen ist es vor Allem das metatracheale Parenchym, das in grosser Masse sich entwickelt und schärfer von dem dickwandigen paratrachealen (Belagzellen der Ge-

[1]) cf. Solereder p. 23.

fässe) sich abhebt. So finden wir beispielsweise in dem periaxialen Holze von Bauhinia in der Grundmasse schmälere oder breitere tangentiale Bänder von zartwandigem, zum Theil ganz unverholztem Parenchym. Auch bei Malpighiaceen (Banisteria, Mascagnia), bei Acanthaceen (Mendozia), bei Euphorbiaceen (Fragariopsis, Dalechampia) u. a. kommt Aehnliches vor. Es können gleichzeitig auch, wie es bei Cissus, Mucuna, Dioclea der Fall ist, die Markstrahlen sehr breit, vielschichtig sein und dieselbe Beschaffenheit ihrer Zellen annehmen wie die tangentialen Bänder von unverholztem Holzparenchym. Die festeren Elemente des Holzes, Holzfasern und Gefässe mit Belagzellen erscheinen dann in Form einzelner Stränge in weiches Gewebe eingebettet. Durch die massenhafte Entwickelung des dünnwandigen Parenchyms werden die betreffenden Stämme sehr saftreich und erlangen selbst bei grösserer Dicke eine Erhöhung ihrer Biegsamkeit.

Bei einer Anzahl von Lianen erfahren die Markstrahlen eine besondere Ausbildung. Die primären Strahlen werden nicht durch secundäres Holz geschlossen, sondern das interfasciculare Cambium lagert bei Dickenwachsthum nur Markstrahlzellen an sie an. So erscheint der secundär verdickte Holzkörper in einer Anzahl von schmalen Holzplatten der Länge nach zerspalten. Auch die secundären Strahlen durchziehen als Parenchymplatten die Länge des Stengels (Aristolochiatypus). Es bleibt somit die primäre Anordnung der Gefässbündel auch später hier beibehalten und die vielschichtigen nach aussen zu sich keilförmig verbreiternden Markstrahlen bedingen eine hohe Torsionsfähigkeit des Stammes. Man kann sich leicht bei Clematis Vitalba zum Beispiel davon überzeugen, dass ein längeres Stammstück von etwa 1 cm Dicke eine mehrmalige Tordirung um seine Längsaxe verträgt, ohne Schaden zu nehmen. Bei anderen Lianen wird nur ein Theil der Markstrahlen vielschichtig und länger als gewöhnlich ausgebildet, und solche Hölzer führen zu dem Aristolochiatypus hinüber. Auch wenn die secundären Markstrahlen ein-, zwei- oder dreischichtig sind, also in der Breite das gewohnte Maass nicht überschreiten, erscheinen sie häufig von beträchtlicher Höhe.

Ich fasse im Wesentlichen die bedeutende Längenausdehnung der Markstrahlen als eine Einrichtung zur Erhöhung der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit auf, namentlich in den extremen Formen. Westermaier und Ambronn dagegen meinen (p. 428): „Es ist kaum zu bezweifeln, dass eine derartige Ausbildung der Markstrahlen für die schnellere Leitung der Kohlehydrate auf weitere Strecken von grösserem Vortheil ist, als wenn die Verbindung der Markstrahlen nur durch

schmale Holzparenchymstränge hergestellt wäre." Dass die Markstrahlen aber die Assimilate wirklich abwärts leiten, wird von ihnen nicht bewiesen, und es ist auch unwahrscheinlich, dass die Lianen sich in diesem Punkte anders verhalten sollen, als wie in gewöhnlichen Holzpflanzen.

Was die Elemente der primären und secundären Rinde anbelangt, so ist in ihrer Structur kaum etwas den Lianen ausschliesslich Eigenthümliches zu finden. Es ist vielfach behauptet worden, dass ebenso wie sehr weite Gefässe auch sehr weite Siebröhren charakteristisch seien für Kletterpflanzen, und Westermaier und Ambronn (p. 420) finden darin wie bei den weiten Gefässen eine entschiedene Anpassung, deren Zweck in der Verringerung der Adhäsion der geleiteten Stoffe an den Wänden zu suchen sei. Mit Recht stellt aber Hérail (p. 300) dieser Hypothese die Thatsache gegenüber, dass zahlreiche Kletterpflanzen durchaus nicht weitere, manchmal sogar engere Siebröhren als normalwüchsige aufzuweisen haben, und dasselbe kann ich auch auf Grund meiner Untersuchungen behaupten. Eine Anzahl von Lianen,[1]) wie beispielsweise Cucurbitaceen, Vitaceen, Bignoniaceen, Calamus etc., weist ungewöhnlich weite Siebröhren auf, und es mag diese Erscheinung in irgend einer uns noch unbekannten Beziehung zur kletternden Lebensweise stehen, vielleicht auch nur eine Correlationserscheinung vorstellen, indem der Weichbast eine analoge Differenzirung seiner Elemente erhält wie das zugehörige Holz; sehr viele Lianen aber weichen in dem Aufbau des Weichbastes kaum oder gar nicht von dem gewöhnlichen Verhalten ab, und ausserdem muss berücksichtigt werden, dass auch in den Stengeln mancher Sumpf- und Wasserpflanzen (Potamogeton) und in den Rhizomen mancher monocotyler Gewächse, in dem secundären Wurzelbast von Abies pectinata (De Bary p. 188) sehr weite Siebröhren auftreten.

Eine hervorragende Rolle spielt in vielen Lianenstämmen mit nachträglich eintretenden Anomalien der Pericykel. Es ist ein Verdienst Van Tieghem's, den Begriff des Pericykels eingeführt zu haben. Für die Wurzel war diese Gewebeschicht von Naegeli und Leitgeb (Beitr. z. wiss. Bot. 1868 Heft IV) bereits in ihrer Bedeutung erkannt und als Pericambium bezeichnet worden, aber erst van Tieghem, welcher zunächst das Pericambium der Wurzel als „assise rhizogène" bezeichnete, hat die Homologie des Pericambiums mit der entsprechenden Gewebeschicht im Stengel erkannt und die Gesammtbezeichnung Peri-

[1]) cf. De Bary p. 160.

cykel[1]) gegeben. Morot[2]) gab sodann eine übersichtliche Zusammenstellung der verschiedenen Ausbildungsweisen und Producte des Pericykels und wies denselben auch in dem Blatte nach.

Aus dem Pericykel können als Neubildungen hervorgehen:

1) phellogene Producte, Kork, Phelloderm, Aërenchym,
2) Seitenwurzeln und Nebenwurzeln,
3) gefässbündelbildende Cambien.

Der Pericykel bildet im jungen Stamm zugleich mit den primären Markstrahlen, in die er sich unmittelbar fortsetzt, und mit dem Mark das Grundgewebe des centralen Gefässbündelcylinders, in welchem die primären Gefässbündel eingebettet verlaufen. Er stellt die peripherische ein- oder mehrschichtige Zone des Grundgewebes dar, die sich zwischen die Protophloëmelemente und die innerste Schicht der primären Rinde, das „Phloeoterma“ im Sinne Strasburgers (p. 484), einschiebt. In jungen Stämmen lässt sich der Pericykel fast überall leicht als solcher erkennen, in älteren Stämmen erscheint aber öfters die Grenze in Folge der tangentialen Dilatation alles Parenchyms der Rinde etwas verwischt.

In der Mehrzahl der Fälle besteht der Pericykel aus zweierlei Elementen. Unmittelbar an das Phloeoterma anschliessend, zeigt er zunächst eine geschlossene oder unterbrochene Schicht von Sklerenchymfasern oder Sklerenchymfasersträngen, und innerhalb derselben und zwischen letzteren zartwandiges Parenchym (péricycle sclérenchymateux und parenchymateux nach Morot). Im Laufe des Dickenwachsthums wird der geschlossene Sklerenchymring gesprengt oder die einzelnen Fasern weit auseinander geschoben; sehr häufig ergänzt sich der Ring aber wieder durch Sklerificirung der Pericykelparenchymzellen, die zwischen oder unter den Fasern liegen, zu einem gemischten Sklerenchymring, in welchem hier und da einzelne Zellen noch dünnwandig bleiben, um dem weitern Dickenwachsthum nachzugeben. Auch werden Steinzellen in etwaige Lücken hineingeschoben. Die Steinzellen nehmen dabei oft sehr unregelmässige Formen an.

Wo das Pericykelsklerenchym nicht in Folge von Peridermbildung abgeworfen wird, kann man also stets an den Sklerenchymfasern die Grenze zwischen Rinde und Centralcylinder noch erkennen, während die Grenze nach der Siebzone in älteren Stämmen meist nicht mehr

---

[1]) Van Tieghem: Sur quelques points de l'anatomie des Cucurbitacées. Bull. de la soc. bot. de France 1882 und Traité de bot. 2 éd. pag. 674, 789.

[2]) Morot: Recherches sur le péricycle. Ann. sc. nat. bot. 6 sér. XX 1885

klar zu erkennen ist in Folge der Obliteration der Protophloëmelemente und der fortgesetzten Dilatation und Theilung des Parenchyms der Siebzone. Bei den Lianen, die unter Gruppe 11 in § 3 aufgezählt sind, erfährt das Pericykelparenchym nachträgliche Vermehrung, es bildet ein Meristem, in welchem nun an bestimmten Stellen die neue Gefässbündel bildenden Cambien entstehen.

Obwohl der Pericykel in der Mehrzahl der Fälle Gefässbündelneubildungen den Ursprung verleiht, so darf seine Bedeutung nicht überschätzt werden, denn auch die inneren Schichten des primären Rindenparenchyms können (Gruppe 10 in § 3) in gleicher Weise thätig sein, ebenso das Mark und sogar bereits differenzirte Phloëm- und Xylemparenchymzellen vermögen nachträglich wieder Meristeme zu erzeugen, in denen Cambien entstehen. —

§ 3.

Uebersicht über die verschiedenen Formen des Dickenwachsthums der Lianenstämme.

Ganz abgesehen von der physiologischen Bedeutung der Besonderheiten in dem Bau der Lianen sei im Folgenden eine Gruppirung der mannigfaltigen Formen lediglich nach morphologisch-anatomischen Charakteren gegeben, nach der Art des Dickenwachsthums vom normalen ausgehend. Die aufgestellten Gruppen sind nicht alle gleichwerthig, da verschiedene Gesichtspunkte zu ihrer Unterscheidung verwendet werden müssen. Sie sollen dazu dienen, einen Ueberblick über die Structuren zu verschaffen und eine Grundlage für die in § 5 zu erörternde Frage nach ihrer Bedeutung. Häufig folgt ein und derselbe Lianenstamm mehreren Typen des Dickenwachsthums und findet sich daher in der Gruppirung gleichzeitig in verschiedenen Kategorien erwähnt.

Die anomalen Typen des Dickenwachsthums treten nur bei den dicotylen und gymnospermen Lianen auf, die allein berücksichtigt sind. Die kletternden Farne und Monocotylen unterscheiden sich in der Anordnung der Gefässbündeltheile nicht von den nicht kletternden Verwandten. Kein einziger Vertreter derselben besitzt secundäres Dickenwachsthum. Bezüglich näherer Angaben über das Verhalten der angeführten Formen und die betreffenden Arten der angeführten Gattungen sei auf den speciellen Theil verwiesen.

I. Stämme mit normal situirtem Cambium in die Dicke wachsend.

1. Gruppe: Stämme allseitig gleichmässig sich verdickend, von cylindrischer gewöhnlicher Form, mit Holz und Rinde von der gewöhnlichen Structur der Holzpflanzen, von denen sie sich nur durch weitere Gefässe unterscheiden. Die hierher gehörigen Stämme repräsentiren in Bezug auf Anpassung die unterste Stufe.

Polygonaceae: Mühlenbeckia
Magnoliaceae: Kadsura, Schizandra
Anonaceae: Melodorum
Capparidaceae: Capparis
Sterculiaceae: Büttneria
Sapindaceae: Paullinia z. Th.
Serjania z. Th.
Malpighiaceae: Hiptage
Schwannia
Thryallis
Tetrapteris einige Art.
Heteropteris „ „
Voschysiaceae: Trigonia
Celastraceae: Celastrus
Rhamnaceae: Gouania, Reissekia
Euphorbiaceae: Phyllanthus
Araliaceae: Hedera
Cactaceae: Peireskia
Onagraceae: Fuchsia
Combretaceae: Quisqualis
Combretum z. Th.
Melastomaceae: Dyssochaete
Rosaceae: Rosa
Connaraceae: Rourea
Papilionaceae: Canavalia
Hardenbergia
Dalbergia z. Th.
Hekastophyllum
Machaerium z. Th.
Mimosaceae: Acacia z. Th.
Piptadenia
Oleaceae: Jasminum
Apocynaceae: Forsteronia
Echites z. Th. u. a.
Asclepiadaceae: Hoja
Boraginaceae: Tournefortia z. Th.
Solanaceae: Solanum
Verbenaceae: Petraea
Rubiaceae: Ourouparia
Caprifoliaceae: Lonicera
Compositae: Piptocarpha.

2. Gruppe: Stämme ungleichmässig sich verdickend, excentrisch, abgeplattet, bandförmig, gerippt oder geflügelt. Holz von gewöhnlicher Beschaffenheit, Rinde überall gleich dick.

Excentrisches Dickenwachsthum zeigen manche Wurzelkletterer mit Bevorzugung der dem Stützbaum zugewandten Seite, z. B.

Moraceae: Ficus
Ternstroemiaceae: Margravia.

Etwas abgeflachte Stämme von ovalem Querschnitt bei:

Ulmaceae: Celtis
Polygonaceae: Coccoloba
Papilionaceae: Abrus
Asclepiadaceae: Ceropegia.

Bandförmige Stämme bei

Papilionaceae: Machaerium z. Th.
Caesalpiniaceae: Bauhinia z. Th.
Apocynaceae: Ibatia.

Gerippte oder gefurchte Stämme bei

Malpighiaceae: Heteropteris z. Th. **Caesalpiniaceae: Cassia.**
Celastraceae: Celastrus, Evonymus

Geflügelte Stämme bei

Mimosaceae: Acacia **Rubiaceae: Sabicea.**
Verbenaceae: Lantana

Ausserdem findet sich ungleichmässiges Dickenwachsthum in der einen oder andern Form sehr verbreitet bei den übrigen Gruppen, wo es mit Anomalien verschiedener Art sich combinirt.

3. Gruppe: Stämme mit gefurchtem oder gelapptem Holzkörper, die Furche aussen nicht oder nur wenig bemerkbar. Das Cambium zieht sich continuirlich in die oft tiefen Furchen hinein und füllt sie mit Phloëm aus.

Malpighiaceae: Tetrapteris z. Th.
Heteropteris z. Th.
Peixotoa
Sapindaceen: Serjania-Arten
Hippocrateaceae: Liane Fig. 78 Taf. VII.
Asclepiadaceae: Gymnema
Apocynaceae: Condylocarpon,
Echites
Parsonia etc.
Convolvulaceae: Ipomoea glabra
Boragineae: Tournefortia
Rubiaceae: Manettia, Sabicea,
Lygodysodea.

4. Gruppe: Bignonieentypus. Holzkörper mehr oder weniger regelmässig angeordnete Furchen beim Dickenwachsthum erhaltend, welche dadurch zu Stande kommen, dass das Cambium auf gewissen Längsstreifen in der holzbildenden Thätigkeit zurückbleibt, dafür aber relativ mehr Phloëmelemente in die Furche abscheidet. Das Aussencambium wird auf diese Weise in Längsstreifen, schmale in der Furche, breite an den Holzvorsprüngen zerlegt. Die Seitenwände der Furche werden von breiten Markstrahlen eingenommen.

Phytocreneae: **Phytocrene**
Jodes
Natsiatum
Pyrenacantha
Bignoniaceae: **Bignonieae**
Compositae: **Mikania**
Bidens z. Th.

5. Gruppe: Holzkörper normal sich verdickend und von gewöhnlicher Beschaffenheit, bis auf die Markstrahlen, die zum Theil grössere Breite und Länge erreichen.

Violaceae: Anchietea
Dilleniaceae: Davilla, Tetracera,
Hibbertia
Ternstroemiaceae: Actinidia
Passifloraceae: Passiflora.

6. Gruppe: Aristolochia-Typus. Die primären und secundären Markstrahlen sind vielschichtig, ziehen sich als continuirliche Platten durch die ganze Länge der Internodien und zerlegen so den Holzkörper in schmale Platten. Hier und da können die Holzplatten durch dünne schräge Stränge trachealer Natur in Anastomose durch die Markstrahlen hindurch stehen.[1])

Piperaceae: Piper fluminense mit sehr parenchymreichem Stamm und 2 Gefässbündelringen.

Ranunculaceae: Clematis
Lardizabalaceae: Akebia, Lardizabala, Holboellia
Menispermaceae: Menispermum, Tinospora, Coscinium, Anamirta, Cissampelos
Hippocrateaceae: Hippocratea
Vitaceae: Vitis
Begoniaceae: Begonia
Aristolochiaceae: Aristolochia
Cucurbitaceae: Anisosperma, Wilbrandia, Zehneria, Zanonia, Cephalandra, Trichosanthes
Compositae: Mikania, Bidens
Gnetaceae: Gnetum.

7. Gruppe: Holzkörper sehr weich infolge von reichlicher Entwickelung von theils zu den Markstrahlen, theils zum Holzparenchym gehörenden unverholzten dünnwandigen Parenchymzellen, welche in radialer und tangentialer Richtung die festen Holztheile in einzelne Stränge zerlegen.

Vitaceae: Cissus
Papilionaceae: Dioclea
Apocynaceae: Echites speciosa.

Reichliche Entwicklung von unverholztem Parenchym kommt auch bei vielen Lianen der folgenden Gruppen vor, z. B.:

Bauhinia, Stigmatophyllum, Mascagnia, Mucuna, Entada.

8. Gruppe: Interxylärer Weichbast nach dem Mucunatypus. Das normal situirte Cambium scheidet nach aussen eine Phloëmzone wie gewöhnlich ab, nach innen Holzelemente, zwischen welche es Siebröhrengruppen, von Parenchym umgeben, einlagert.

Malpighiaceae: Dicella (nach Solereder, Niedenzu und Chodat).
Combretaceae: Combretum (incl. Thiloa) z. Th., Calycopteris, Guiera (nach Holtermann)
Euphorbiaceae: Dalechampia (nach eigener Untersuchung)

---

[1]) Strasburger (Bau u. Ver. p. 602, Akebia, Aristolochia, Clematis, Vitis).

Papilionaceae: Mucuna (gehört ausserdem zu Gruppe 11) (nach eigener Untersuchung)
Mimosaceae: Entada (nach Krüger)
Convolvulaceae: Ipomoea versicolor im hypocotylen Glied (nach Scott)
Asclepiadaceae: Ceropegia macrocarpa (nach den Angaben und der Figur 4 von Treiber [1]); p. 274).

Hierher ferner von nicht kletternden Pflanzen:

Salvadora (nach Kolderup-Rosenvinge und Scott und Brebner, Annals of Bot. III p. 295)
Gentianeae: Chironia (nach Solereder, Vesque, Scott und Brebner) und Gentiana (nach A. Meyer, Jost)
Salpiglossideae: Browallia viscosa in der Uebergangszone zwischen Wurzel und Stengel und in ersterer (nach Scott und Brebner)
Acanthaceae: Thunbergia laurifolia (nach Chodat und Roulet).

Interxyläre Weichbaststränge können auf 3 verschiedene Weisen gebildet werden, einmal nach obigem Modus, dann nach dem Modus von Strychnos (siehe Gruppe 9), und endlich durch nachträgliche Theilungen des dünnwandigen Holzparenchyms. Sie sind keineswegs auf Lianen beschränkt, sondern kommen als anatomische Charaktere bei einer grösseren Anzahl von Gattungen aus den verschiedensten Familien vor, ohne dass eine besondere Beziehung zu der jeweiligen Lebensweise der Arten zu erkennen wäre. Solereder hat (p. 32) eine Zusammenstellung der von ihm und Anderen constatirten Vorkommnisse von interxylärem Weichbast im Holze des Stammes gegeben, er zählt 24 Gattungen auf. Bei allen soll ein normales Cambium die Stränge nach innen abschneiden, was aber nicht für die unter Gruppe 9 genannten Gattungen zutrifft. Die von Solereder angeführten Gattungen bedürfen zum Theil noch genauer Prüfung der Entstehungsweise der Stränge.

Besonders häufig begegnet uns interxyläres Phloëm im secundärem Holze von Wurzeln, besonders von fleischig verdickten, und in der Uebergangszone zwischen Wurzel und Stengel bei Gewächsen mit bicollateralen Bündeln. Meistens wird das Phloëm von Cambium nach innen abgeschieden, es kann aber auch wie Scott und Brebner z. B. für Asclepias obtusifolia Mx. und für Thladiantha dubia Bunge (Annals of Bot. V p. 271 u. 274) nachgewiesen haben, durch nachträgliche Differenzirung aus zartwandigem Holzparenchym entstehen, entweder ausschliesslich (bei ersterer Art) oder nur theilweise (bei letzterer Art).

---

[1]) **Treiber (p. 246, 274) bedient sich der Bezeichnung paraxylär statt interxylär.**

Näheres über diese anatomischen Besonderheiten vergl. bei Scott and Brebner l. c., wo auch auf die frühere Literatur Bezug genommen ist.

II. Stämme mit wiederholter Cambiumneubildung ausserhalb des primären Cambiums. Die älteren Cambien stellen nach und nach ihre Thätigkeit ein.

9. Gruppe: Interxylärer Weichbast nach dem Strychnos-Typus. In den secundären Holzkörper werden Stränge von Weichbast eingelagert. Dieselben werden von dem in der Peripherie des Holzkörpers thätigen Aussencambium in normaler Weise durch centripetale Theilung der Zellen nach aussen abgeschieden, aber nachträglich in den Holzkörper eingeschlossen dadurch, dass die Stränge unter Zurückbleiben der Holzbildung an ihrer Innenseite zunächst in eine Furche zu liegen kommen, und dass sodann ausserhalb der Stränge aus dem Phloëm- bezw. Pericykelparenchym ein beiderseits mit dem Hauptcambium in Continuität tretender Cambiumstreifen neu gebildet wird, welcher nach innen zu Holzelemente abscheidet und so die Furche mit ihrem Weichbaststrang überdeckt.

Dieser Modus der interxylären Weichbastbildung ist bis jetzt nachgewiesen bei

Loganiaceae: Strychnos (nach Hérail, Scott und Brebner, Chodat.)

Nach Hérail gehören hierher auch die Acanthaceen: Hexacentris und Euthunbergia, die indessen nach neueren Untersuchungen von Chodat und Roulet zu Gruppe 8 zu rechnen sind. Hierher auch einige Hippocrateaceen, die den Uebergang zu Gruppe 11 ververmitteln (cf. 2. Cap. § 29).

Von nicht kletternden Formen gehören hierher

Melastomaceae: Kibessia, Memecylon, Mouriria, Rectomitra, Pternandra (nach Van Tieghem)

Goodeniaceae: Goodenia ovata (nach Vesque).

10. Gruppe: Menispermaceen-Typus. Nachdem das normale erste Cambium eine Zeit lang thätig gewesen, stellt es seine Thätigkeit ein und es entstehen successive aus den inneren Zonen der primären Rinde neue Cambien, welche aufeinander folgenden, ihr Wachsthum jedesmal einstellenden Ringen oder Ringstücken von Gefässbündeln den Ursprung verleihen. Das Wachs-

thum kann allseitig gleichmässig verlaufen, oder ungleichmässig. In letzterem Falle entstehen abgeflachte oder einseitig oder zweiseitig geflügelte oder gerippte Stämme.

Menispermaceae: Cocculus, Chondodendron, Pericampylos, Botryopsis, Anomospermum, Pachygone, Abuta
Capparidaceae: Roydsia und bei den nicht kletternden Gattungen: Maerua, Forchhammeria, Cadaba
Papilionaceae: Wistaria, Rhynchosia
Verbenaceae: Bei der nicht kletternden Gattung Avicennia.

11. Gruppe: Pericyklische Gefässbündelbildung. Im Umkreis des zuerst gebildeten Holzkörpers entstehen nachträglich neue peripherische Holzbaststränge oder geschlossene Holzbastzonen oder Zonenstücke aus Cambien, die ihren Ursprung auf das Pericykelparenchym zurückführen. Im Laufe des Dickenwachsthums des Stammes vermehrt sich das anfangs wenigschichtige Pericykelparenchym durch Theilung in radialer Richtung zu einer vielschichtigen Zone, in welcher die successiven Cambien entstehen. Die secundären Holzbastmassen, die an den centralen Holzbastkörper apponirt werden, können sehr verschiedene Ausbildung erfahren. Es lassen sich verschiedene Formtypen unterscheiden, die aber durch Zwischenformen verbunden sind.

a) In Form von Holzbaststrängen, welche durch ebenfalls aus dem Pericykel hervorgehende Parenchymplatten radial getrennt und mehr weniger regelmässig in concentrischen Zonen angeordnet sind, kommen die peripherischen Neubildungen vor bei

Amarantaceae: Hebanthe, Chamissoa
Polygonaceae: Antigonum
Dilleniaceae: Doliocarpus, Pinzona.

b) In Form von geschlossenen concentrischen Holz- und Weichbastzonen oder in Form von tangential breiten Zonenstücken schalenartig um den centralen Holzbastkörper gelagert bei

Phytolaccaceae: Seguieria, Ercilia
Nyctaginaceae: Bougainvillea, Pisonia (Uebergänge zu a)
Sapindaceae: Paullinia zeigt Uebergänge zu c
Polygalaceae: Comesperma, Bredemeyera, Securidaca.
Hippocrateaceae: Salacia
Euphorbiaceae: Fragariopsis (Uebergänge zu c)
Papilionaceae: Wistaria, Mucuna (Uebergänge zu a und c). Spatholobus, Pueraria
Compositae: Mikania.

c) In Form von wulst- oder rippenartig nach aussen vorspringenden Holzkörpern, die nur an ihrer Aussenseite von Phloëm begleitet werden, bei

Euphorbiaceae: Dalechampia.

d) In Form von wulstartig vorspringenden peripherischen Holzkörpern, die allseitig von Phloëm umgeben werden, bei

Sapindaceae: Thinouia.

Bei verschiedenen der genannten Formen (z. B. Securidaca) kann excentrisches Wachsthum statthaben. Die secundäre Gefässbündelbildung im Umkreis der Phloëmzone des centralen Holzkörpers ist eine weitverbreitete Erscheinung unter den Phanerogamen mit Dickenwachsthum und durchaus nicht auf Lianen allein beschränkt. Sie tritt u. A. auf[1]) in der Wurzel von Aletris fragrans, Dracaena, der Nyctaginaceen, Chenopodiaceen, Amarantaceen, Aizoaceen, Stylidieen, Spergularia media, Ecballium Elaterium, gewissen Convolvulaceen; im Stamm von Cordyline, Dracaena, Aletris, Yucca, Agave, Fourcroya, Beaucarnea, Aloineen; im Rhizom von Tamus communis und anderen Dioscoreaceen; im Stamm von Gnetum, Cycas, Encephalartos, der Chenopodiaceen, Amarantaceen, Nyctaginaceen, Phytolaccaceen, Aizoaceen, Spergularia.

In manchen Fällen wird bei den oben genannten Lianen dieser Gruppe die Anomalie schon vor dem Uebergang der Pflanze zu kletternder Lebensweise im Stengel vorhanden gewesen sein. Sie wurde als nützliche Eigenschaft beibehalten und in bestimmter Richtung weiter entwickelt. In anderen Fällen mag aber auch diese Anomalie erst mit der Aenderung der Lebensweise zum Vorschein gekommen sein.

12. Gruppe: Intercribrale Gefässbündelbildung. Bildung secundärer peripherischer Holzbastkörper aus Cambien, deren Neuentstehung in dem Parenchym der Phloëmzone des centralen normalen Holzkörpers stattfindet.

Vitaceae: Cissus scariosa Bl.
Sapindaceae: Serjania (combinirt mit Typus der Gruppe 16 u. 17)
Phytocreneae: Phytocrene (hier bethätigt sich auch das Pericykelparenchym mit an der Bildung)
Papilionaceae: Machaerium
Caesalpiniaceae: Bauhinia

---

[1]) cf. Morot (I. Cap. 2. Abschn. 4 und II. Cap. 2 § 4).

Convolvulaceae: Porana, Ipomoea, Argyreia, Convolvulus
Bignoniaceae: Callichlamys, Haplolophium, Glaziovia, Anisostichus, Distictis.
Rubiaceae: Chiococca racemosa.

Bei den genannten Formen kommen wie in Gruppe 11 verschiedene Ausbildungsweisen der secundären Holzbastmassen vor, die theils in Form einzelner Stränge, theils in Form von geschlossenen Zonen oder Zonenstücken auftreten.

III. Bildung von secundärem Phloëm und Xylem aus Cambien, die an der Innenseite des Holzkörpers in der Markperipherie ihren Ursprung nehmen.

13. Gruppe.

Convolvulaceae: Erycibe, Neuropeltis
Acanthaceae: Mendozia (auch zu Gruppe 14)
Bignoniaceae: Tecoma radicans
Apocynaceae: Willughbeia firma Bl., ausserdem bei dem nicht kletternden Apocynum cannabinum L. (Nach Scott und Brebner.)
Asclepiadaceae: Periploca graeca L. (Nach Scott und Brebner).

Nur insofern als mit der Thätigkeit des im Marke entstandenen neuen Cambiums eine Zerklüftung des normalen Holzringes eingeleitet wird, wie es bei der Phytocrenee Jodes tomentella und der Acanthacee Mendozia der Fall ist, kann dieser Typus als ein zu zweckmässiger Lianenstructur hinführender angesehen werden.

Als Besonderheit kommt Cambiumbildung in der Markperipherie auch bei verschiedenen nicht kletternden Gattungen vor (Rumex, Rheum, Acanthus, Campanula, Phyteuma), ferner bei dem anomal gebauten Acantholimon glumaceum Boiss. (Scott und Brebner, Annals of Bot. V p. 288).

IV. Nachträgliche Zerklüftung des anfangs geschlossenen Holzkörpers infolge von Dilatation der parenchymatischen Elemente des Holzes, der Markstrahlen und des Markes. Aus dem Dilatationsparenchym können im Anschluss an die auseinandergetriebenen Holzstränge neue Cambien entstehen, die die letzteren weiter verdicken und mit Phloëmmassen versehen.

14. Gruppe: Tetrapteris-Typus. Der Holzkörper wird in isolirte grössere oder kleinere Stränge oder Complexe von solchen zerklüftet.

Phytocreneae: Jodes?
Malpighiaceae: Tetrapteris z. Th., Mascagnia, Mezia, Banisteria
Sapindaceae: Urvillea, Serjania piscatoria

Aristolochiaceae: Aristolochia (wohl nur gelegentlich!)
Caesalpiniaceae: Bauhinia
Convolvulaceae: Ipomoea
Bignoniaceae: Bignonia, Anisostichus, Melloa
Acanthaceae: Mendozia.

Bei Bauhinien sind die Stämme oft eigenthümlich bandförmig mit der charakteristischen Wellung ausgebildet.

15. Gruppe: Stigmatophyllum-Typus. Holzkörper aussen auch im Alter stets mit geschlossenem Cambium, sehr parenchymreich. Neubildung von Cambien aus dem dünnwandigen Holzparenchym im Anschluss an die Stränge der festen Holzelemente.

Malpighiaceae: Stigmatophyllum.

V. Schon bei der Differenzirung des Stammes werden die Gefässbündel so angeordnet, dass der Stamm beim Dickenwachsthum aus mehreren Holzkörpern, jeder allseitig von Cambium und Phloëm umgeben, zusammengesetzt erscheint.

Hierher gehören nur Sapindaceen.

16. Gruppe: Typus des zusammengesetzten Holzkörpers (nach Radlkofer).

Im Umkreis des centralen primären Gefässbündelringes werden 1, 2, 3 oder mehrere peripherische primäre Ringe, gleichsam durch Abschnürung vom ersteren, angelegt und jeder Ring für sich verdickt.

Sapindaceae: Serjania, Paullinia.

17. Gruppe: Typus des getheilten Holzkörpers (nach Radlkofer).

Der ganze primäre Gefässbündelring wird in mehrere, in einem Kreis stehende Holzringe aufgelöst. Kein centraler Ring.

Sapindaceae: Serjania.

In mannigfaltigster Weise können die verschiedenen Typen mit einander combinirt in ein und demselben Lianenstamm auftreten, wie des Näheren aus dem speciellen Theil zu ersehen ist.

§ 4.

Verhalten der Structuren innerhalb der Familien.

Nur wenige Familien folgen in der Stammstructur ihrer kletternden holzigen Arten ein und demselben Typus, wenn wir von den Formen

mit normalem Dickenwachsthum absehen, so z. B. die Amarantaceen, Nyctaginaceen, Phytolaccaceen, Menispermaceen, Polygalaceen.

Die Mehrzahl indessen haben in ihrem Verwandtschaftskreise oft sehr verschiedenartige Modi des Dickenwachsthums zur Ausbildung gebracht; es sei nur auf die Malpighiaceen, Sapindaceen, Hippocrateaceen, Dilleniaceen, Papilionaceen, Caesalpiniaceen, Bignoniaceen hingewiesen.

Sogar innerhalb derselben Gattung können verschiedene Modi des Dickenwachsthums zum Vorschein kommen, wie z. B. bei den Bauhinien, die zum Theil successive Bildung von Zuwachszonen, zum Theil zerklüftete Holzkörper, zum Theil normales Dickenwachsthum des bandförmigen Stammes aufweisen. Unter den Arten von Machaerium giebt es ganz normale und solche mit successiven Zuwachszonen.

Trotz der grossen Mannigfaltigkeit der Modi des Dickenwachsthums hat aber jede Familie ihren besonderen Charakter, ihren vorherrschenden Typus oder mehrere Anomalien in charakteristischer Ausbildung. So herrscht unter den Bignoniaceen die Furchung des Holzkörpers durch eine regelmässige Anzahl von einspringenden Bastplatten vor, zu welcher Anomalie bei gewissen Gattungen noch secundäre Zuwachszonen in der Rinde, bei anderen noch nachträgliche Zerklüftung des Holzkörpers hinzukommen kann. So ist ferner der getheilte und der zusammengesetzte Holzkörper ausschliesslich auf die Sapindaceen beschränkt.

Solche Momente sind von grosser Wichtigkeit für die Verwerthung anatomischer Charaktere zu systematischen Zwecken und können im gegebenen Falle im Verein mit der verschiedenartigen Ausbildung und Lagerung der einzelnen Elemente des Holzes und der Rinde zur Bestimmung der Familien- bzw. Gattungszugehörigkeit eines unbekannten Lianenholzes benutzt werden. Es ist daher im speciellen Theile des öfteren auf die für die systematischen Sippen charakteristischen Eigenthümlichkeiten der auftretenden Anomalien hingewiesen.

In den meisten Familien lassen sich aufsteigende Reihen von einfacheren Abweichungen des Stammbaumes zu complicirteren aufstellen. Die verschiedenen Stufen entsprechen dem Grade, bis zu welchem die Stämme der einzelnen Arten in ihrer fortschreitenden Entwicklung zu typischen Kabelstructuren gediehen sind. Solche Reihen zeigen uns u. a. die Hippocrateaceen, Malpighiaceen und Bignoniaceen sehr deutlich.

§ 5.

Bedeutung der Lianenstammstructuren.

Bei einer jeden besonderen Lianenstammstructur sind folgende drei Fragen zu erörtern:

1) Ist die Anomalie eine ererbte Eigenthümlichkeit der betreffenden Familie oder Gattung, wird sie auch bei baumartigen oder aufrechtstrauchigen Vertretern angetroffen?

2) Oder ist sie eine Folge der kletternden Lebensweise, eine Folge der abweichenden Zug- und Druckverhältnisse, unter denen die Lianenstämme sich befinden — ohne dass mit ihrem Eintreten zugleich ein bestimmter Nutzen verbunden wäre?

3) Welche Charaktere endlich sind zweckmässige und stellen Anpassungen vor?

Die Entscheidung dieser Fragen ist eine schwierige und muss berücksichtigen, dass bei der einen Art die anatomische Umbildung oder Abänderung weiter vorgeschritten sein kann als bei der andern, je nach dem Grade der Plastizität.

In der speciellen Darstellung, Cap. 2, habe ich, soweit es an dem mir vorliegenden brasilischen Material möglich war, nachzuweisen versucht, wie innerhalb der einzelnen Familien die Structuren sich complicirt haben und was auf Rechnung der obigen Factoren kommt. Ich bin der Ansicht, dass wir es bei den complicirteren Typen entschieden mit Anpassungserscheinungen zu thun haben. Die complicirten Typen haben sich als zweckmässige unter Mitwirkung der Selection aus einfacheren Abweichungen entwickelt, und letztere, wie z. B. der gefurchte Holzkörper, mögen zunächst auf irgend eine Weise zum Vorschein gekommen sein, ohne zugleich der Pflanze Nutzen zu bringen. War die Form des Dickenwachsthums einmal ins Schwanken gerathen, so konnte die Selection eingreifen und die Anomalie nach bestimmten Richtungen hin weiter entwickeln.

In welcher Weise aus einem einfachen Typus ein complicirterer hervorgehen kann, sehen wir bei den Malpighiaceen mit gefurchtem und zerklüftetem Holzkörper (Tetrapteris). Tritt im Grunde der Furchen das Cambium wieder in nachträgliche Thätigkeit, so übt der Druck der neu erzeugten Phloëmschichten in den Furchen auf die in der Verlängerung der Furchen nach innen zu liegenden parenchymatischen Elemente des Holzes einen Reiz aus, veranlasst ihre Dilatation und führt so die Zerklüftung herbei, die nun immer weiter schreitet.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die in Rede stehenden Anomalien oder besonderen Ausbildungsformen des Holzes nur in den Langtrieben der Lianen zur Entwicklung kommen. An den Ranken der Caulomranker (Bauhinia, Sapindaceae z. B.), an den Inflorescenzachsen und an Kurztrieben finden wir in der Regel keinerlei Anomalien, wenigstens keine solchen, die in den Stämmen zu einer typischen Lianenstructur hinleiten.

So sehr auch die Lianenstämme sich verschieden in der Art des Dickenwachsthums verhalten, so ist das Endresultat, wie ein Blick auf die Abbildungen der zahlreichen Structuren lehrt, doch eine gewisse Uebereinstimmung aller complicirter gebauten Stämme. Es macht sich die Tendenz bemerkbar, statt eines biegungsfesten cylindrischen Holzkörpers einen kabelartigen, wesentlich zugfesten, biegungsfähigen und torsionsfähigen zu schaffen, den festen Holzkörper aufzulösen in ein verflochtenes System von Einzelsträngen oder Einzelplatten, welche in weiches nachgiebiges Gewebe, Parenchym und Siebzonen, eingebettet liegen. Häufig genug werden, gerade in den tropischen Wäldern, hohe Ansprüche an die Zugfestigkeit, Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit der Lianenstämme gestellt, namentlich bei solchen Stämmen, welche frei durch die Luft von der Erde bis zu den Kronen der Stützbäume aufsteigen und das ganze, an fussdicken alten Stämmen oft viele Centner betragende Gewicht des frei hängenden Stammes zu tragen haben. Läuft eine Liane von einem Baum zum andern, von einem Ast zum andern, so erleiden bei starkem Wind die Taue oft sehr starken Zug und müssen nach allen Richtungen hin sehr biegsam sein, um nicht durchbrochen zu werden. Bei älteren Lianen namentlich findet nicht selten ein Herabrutschen der älteren dickeren Stämme an den Stützbäumen statt infolge Abbrechens von stützenden Aesten oder infolge des immer grösser werdenden Gewichts der Holzmassen. Daher sieht man im tropischen Walde die unteren Theile alter dicker Lianenstämme gewöhnlich eine Strecke weit auf dem Boden liegen oder schräg aufsteigend. Torsionen und Biegungen sind dabei unausbleiblich nicht nur am Hauptstamm, sondern auch an den jüngeren dünneren Langtrieben, mit denen die Kletterpflanze in der Krone der Stützbäume noch befestigt ist. Sie können aber bis zu einem gewissen Grade unbeschadet vertragen werden infolge der Verschiebbarkeit der einzelnen Holzstränge, und selbst wenn innere Risse oder Quetschungen stattfinden, kann das lebendige Parenchym die Schäden leicht repariren. Ich wüsste keine andere Erklärung für die eigenartigen Lianenstructuren anzugeben als die genannte, welche dieselben als Anpassungen an die

mechanische Inanspruchnahme auffasst. Fritz Müller (Bot. Ztg. 1886 p. 57) hat zuerst diesen Gesichtspunkt zur Erklärung herangezogen, und in gleichem Sinne äussern sich Haberlandt in seiner physiologischen Pflanzenanatomie (p. 379) und Westermaier und Ambronn (Flora 1881). Haberlandt will nun aber auch noch einen anderen Vortheil in den Lianenanomalien erkennen. Er sagt (p. 384): „Das anomale Dickenwachsthum der Schling- und Kletterpflanzen hat ausser der auf einen seilartigen Bau abzielenden Zerklüftung des Holzkörpers noch eine andere gleichfalls die Gewebevertheilung betreffende Folge. Das bei normalem Dickenwachsthum peripherisch gelagerte Leptom des Stammes wird nämlich bei den besprochenen Pflanzen zum grösseren Theile nach innen eingekammert. Dass das Leptom dadurch in eine geschütztere Lage kommt, ist unbestreitbar und gewiss auch vortheilhaft; denn die Lianenstämme erfahren oft die beträchtlichsten Biegungen und häufig auch einen radialen Druck seitens der in die Dicke wachsenden Stütze. Bei den kletternden und rankenden Strychnos-Arten scheint sogar die Anomalie des Dickenwachsthums ausschliesslich eine solche Einkammerung des Leptoms im secundären Holz zum Zwecke zu haben." Auch Westermaier und Ambronn behaupten (p. 424), wenn es sich um Leitung der eiweisshaltigen Stoffe auf weite Entfernungen hin handle, so würden die Druckdifferenzen, die innerhalb der Siebröhren eine Bewegung der Massen verursachen, einen höheren Grad erreichen, und die Tendenz, die Phloëmelemente mit festen Hüllen zu umgeben, müsste hier noch entschiedener zu Tage treten. Diese Tendenz soll in den zusammengesetzten Holzkörpern der Sapindaceen sich bemerkbar machen, ferner in den gefurchten Stämmen von Bignoniaceen, Apocynaceen, Asclepiadaceen, bei Strychnos, ferner bei den mit successiven Gefässbündelringen versehenen Menispermaceen, Dilleniaceen, Leguminosen, Polygalaceen, Gnetum, Bauhinien.

Bei der überwiegenden Mehrzahl der anomalen Lianen kann indessen meines Erachtens von einer besonders geschützten Lagerung des Weichbastes gar nicht die Rede sein und die obigen Deutungen schweben daher vollständig in der Luft. Gerade in den Stämmen, die aus einzelnen Holzkörpern, getrennt durch Weichbastzonen und Parenchym, sich zusammensetzen, wie z. B. in denen der Sapindaceen, ist der im Innern befindliche Weichbast bei starken Biegungen und Torsionen viel eher einem Drucke oder einer Quetschung ausgesetzt wie der in der Peripherie befindliche, weil er sich zwischen harten, bis zu einem gewissen Grade verschiebbaren Holzkörpern befindet.

Das Gleiche gilt für den Weichbast in den Furchen des Holzkörpers der Malpighiaceen und anderer, wenn die Stämme Torsionen erleiden. Im Allgemeinen herrschen bei Lianen keine anderen Einrichtungen zum Schutze der Siebzonen, als wie sie auch bei normalwüchsigen Holzgewächsen angetroffen werden.

Das von Haberlandt besonders citirte Beispiel von Strychnos ist nicht stichhaltig, da dieselbe Structur auch bei den baumartigen Formen auftritt und diese wie auch der bei anderen Holzgewächsen der verschiedensten Familien auftretende interxyläre Weichbast überhaupt eher als ein besonderer anatomischer Gattungscharakter, als in Beziehung zur kletternden Lebensweise stehend aufzufassen ist. Der Stamm von Strychnos ist sehr hart und biegungsfest und steht in Bezug auf Anpassung an kletternde Lebensweise auf einer unteren Stufe. Seine Structur gehört nicht zu den typischen Lianenstructuren. Westermaier und Ambronn (p. 428) und ebenso Haberlandt (p. 384) sind ferner der Ansicht, dass auch die mit der Leitung der Kohlehydrate betrauten Gewebe eine Anpassung an die gesteigerten Leitungsbedürfnisse im Lianenstamm zeigen: „Das Holzparenchym tritt in grösseren Gruppen auf als bei anderen Holzgewächsen, und die Markstrahlen sind oft auffallend hoch und breit. Während die letzteren sonst ausschliesslich oder vorzugsweise die Leitung in radialer Richtung besorgen, scheinen sie hier subsidiär auch die Leitung in longitudinaler Richtung übernehmen zu können" (Haberlandt p. 384). Auch diese Behauptungen sind, wie bereits oben (p. 12) auseinandergesetzt ist, nicht erwiesen.

Während die genannten Autoren in der Deutung der anatomischen Befunde über das Ziel hinausschiessen, verfallen dagegen Van Tieghem und Hérail in das entgegengesetzte Extrem der Negation jeglicher Anpassungserscheinung in den anomalen Lianenstructuren und verbleiben auf dem Standpunkt einer rein descriptiven und registrirenden Anatomie.

Hérail giebt in seiner Arbeit über den Stamm der Dicotyledonen eine keineswegs vollständige Uebersicht über die verschiedenen Anomalien und vergleicht nun im zweiten Theil (p. 295 ff.) die Lianenstructuren mit denen nicht kletternder Holzstämme.

Er weist darauf hin, dass neben vielen oft sehr sonderbar anomal gebauten Lianen auch solche ohne Structureigenthümlichkeiten vorkommen, und führt als solche u. a. auch Menispermum canadense, Akebia quinata, Clematis, Humulus, viele Leguminosen, Peroploca graeca, Passiflora, Basella, Gouania, Hibbertia volubilis an. Hierzu

ist zunächst zu bemerken, dass dieselben zum Theil zum Aristolochia-Typus zu rechnen sind, also in dem Erhaltenbleiben der breiten primären Markstrahlplatten, wodurch der Stamm eine hohe Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit erlangt, schon von dem gewöhnlichen Verhalten abweichen. Hérail hätte weit bessere Beispiele für seine erste Behauptung anführen können.

Ferner sagt er, dass viele Pflanzen von gewöhnlichem Habitus eine abweichende Structur besitzen, so die Chenopodiaceen, Nyctaginaceen, Campanula-Arten etc., und dass innerhalb gewisser Familien neben anomal gebauten nicht kletternden Arten normal gebaute windende Arten auftreten, so bei den Menispermaceen, unter denen Cocculus laurifolius, ein Baum, anomal gebaut ist, während eine Menge kletternder Arten, wie Cocculus carolinus, Menispermum canadense, Anamirta Cocculus, winden, trotzdem aber normal gebaut seien. Unter den Polygoneen hätten Rumex und Rheum abweichende Structuren, während die kletternden Stämme von Brunnichia, Coccoloba, Mühlenbeckia regelmässige Structur aufwiesen. Dieselbe Anomalie könne ferner sowohl bei kletternden als nicht kletternden Arten ausgebildet sein (z. B. Menispermaceae, Strychnos).

Endlich hält Hérail als besonders entscheidend die Thatsache, dass auch die Wurzeln vieler Pflanzen dieselbe Anomalie aufweisen als die Stengel (Chenopodiaceen, Nyctaginaceen) und dass einige Pflanzen mit kletternden normalen Stengeln[1]) anomale Wurzeln oder Rhizome besitzen (so Convolvulaceen, Bryonia).

Auf Grund dieser Thatsachen kommt er zum Schlusse (p. 297): „que les anomalies de structure de la tige sont absolument indépendantes du mode de vie“.

Zum Theil dieselben Thatsachen führt auch Van Tieghem (Traité de bot. 2. éd. p. 830) an, um mit ihnen zu beweisen, dass die Anomalien der Lianen keine Anpassungen vorstellen.

Diese Beweisführung Hérail's und Van Tieghem's ist nicht richtig, weil die angeführten Thatsachen kritiklos zur Aufstellung des Schlusssatzes benutzt werden. Die Frage, ob wir es in einem gegebenen Falle mit einer Anpassung zu thun haben, muss vom phylogenetischen Gesichtspunkt aus erörtert werden und diesen haben die beiden Autoren ganz bei Seite gelassen.

Gewächse, die eine übereinstimmende, vom gewöhnlichen Ver-

---

[1]) Hérail citirt hier auch irrthümlicherweise Securidaca, deren Stamm aber ebenfalls anomal gebaut ist.

halten abweichende Lebensweise führen, brauchen durchaus nicht alle in gleich hohem Maasse die Eigenthümlichkeiten der inneren und äusseren Structur zu besitzen, die für diese Lebensweise die zweckmässigsten sind. Vergleicht man sie mit einander, so sind die einen in der Entwicklung eines Organs auf niederer Stufe stehen geblieben, oder noch in der Weiterentwicklung begriffen, und nur ein Bruchtheil hat das Ziel einer einseitigen Anpassung erreicht. Je zahlreicher die Vertreter einer biologischen Gewächsgruppe sind, desto mehr Entwicklungsstufen werden im Allgemeinen zu erkennen sein. Obwohl nun der morphologische Weg, auf welchem die Modification der Ausgangsformen vor sich geht, bei den einzelnen Vertretern infolge ihrer Zugehörigkeit zu systematisch oft weit auseinanderstehenden Sippen ein sehr verschiedener sein kann, so wird doch in den Endgliedern oft die grösste Uebereinstimmung in Bezug auf die Eigenthümlichkeiten, die als Anpassungen an bestimmte Lebensweisen aufgefasst werden müssen, erreicht.

So können wir die submersen Kräuter bezüglich der Structur ihres Gefässbündelcylinders in 2 Stufenreihen, die der dicotylen und die der monocotylen Hydrophyten anordnen. Die Anfangsglieder sind verhältnissmässig complicirt gebaut und folgen den beiden verschiedenen gewöhnlichen Typen der Dicotylen und Monocotylen, die Endglieder aber, auf der einen Seite Ceratophyllum, auf der anderen Najas, haben die gleiche höchst einfache Structur des axilen Gefässbündelstranges des Stammes. Aus den Gruppen der Saprophyten, Parasiten, Epiphyten u. s. w. lassen sich leicht ähnliche Beispiele anführen.

Es ist nun klar, dass gerade in den am weitesten vorgeschrittenen Endgliedern die specifischen Anpassungen am klarsten hervortreten und daher auch am leichtesten zu erkennen sind. Den übereinstimmenden Eigenthümlichkeiten dieser Endglieder ist der grösste Werth bei der Beurtheilung der Anpassungsfrage beizulegen, nicht aber den Anfangsgliedern.

Wenn wir nun die Lianen bezüglich ihrer Stammstructuren in solche Stufenreihen anordnen, die hier im Gegensatz zu den Hydrophyten von einfachen zu sehr complicirten Formen aufsteigen, und die letzteren vergleichend betrachten, so tritt als hauptsächlichste Eigenthümlichkeit die oben bezeichnete Anordnung der Holzmassen in Form einzelner von zartwandigem, weichem nachgiebigen Gewebe umgebener Stränge, die Herausbildung einer Kabelstructur klar zu Tage, zumal da dieselbe in den verschiedensten Lianenfamilien in ganz ähnlicher

Weise sich wiederholt. Wie sich aus der Uebersicht der verschiedenen Typen in § 3 ergiebt und des weiteren im speciellen Theil ausgeführt werden soll, kommt diese Eigenthümlichkeit auf sehr verschiedene Weise zu Stande, und dieser Umstand verdient ganz besonderes Interesse. Auf sehr einfache Weise sind die Stämme, die dem Aristolochia-Typus folgen, zu einer zweckmässigen Lianenstructur gelangt. Dieselben zeichnen sich durch eine besonders hohe Torsionsfähigkeit aus. Ein längeres Stammstück von unserer Clematis z. B. kann mit Leichtigkeit mehrere Male um seine Längsachse tordirt werden, ohne Schaden zu nehmen, und kann auch leicht hin und her gebogen werden.

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle wird zunächst ein dünner axialer Holzcylinder gebildet, und die Anomalien treten früher oder später mit der Anlagerung des periaxialen Holzes ein. Der Holzkörper kann dabei tiefe Längsfurchen erhalten, die seine Torsionsfähigkeit erhöhen. Neu in der Rinde gebildete Holzstränge können im Umkreis des centralen Holzkörpers auftreten, oder es tritt eine Zerklüftung des anfangs normalen Holzkörpers infolge eigenthümlicher Dilatationen der parenchymatischen Elemente ein, oder es wird bei normalem Dickenwachsthum vom Cambium reichlich dünnwandiges Parenchym in den Holzkörper abgeschieden, in welches die festen Elemente in Form von einzelnen Strängen eingebettet verlaufen. Nur bei den Sapindaceen mit zusammengesetztem und getheiltem Holzkörper ist die Zerklüftung des Holzes in einzelne Stränge schon von Anfang an, bei der Differenzirung unter dem Vegetationspunkt gegeben. Diese letzteren Lianen dürften daher die eigenthümlichste Modification der Stammstructur unter allen bezeichnen.

Die Aehnlichkeit der complicirteren Lianenstructuren, selbst bei verschiedenem Entwicklungsgange, ist oft so gross, dass aus dem fertigen Zustand älterer Stämme nicht immer sofort auf den Bildungsmodus geschlossen werden kann.

Bereits Jussieu hebt den oben bezeichneten gemeinsamen Charakter der Lianenstämme hervor und glaubte ihn zurückführen zu können auf ein verschiedenartiges Eindringen der Rindensubstanz in das Holzsystem. Er sagt (Monogr. des Malp. p. 126): „Mais dans toutes nos lianes nous trouvons le système cortical engagé au milieu du système ligneux; tantôt (et c'est le cas le plus simple) s'avançant à travers son épaisseur dans le sens des rayons et tendant à séparer ainsi plus ou moins complètement le bois en plusieurs segments; tantôt s'interposant à des faisceaux qui peuvent avoir chacun leur centre particulier ou dépendre tous du centre commun, dont ils se sont isolés;

tantôt séparant des anneaux concentriques, qui rendent faussement au bois son apparence la plus habituelle. Dans plusieurs lianes, cet enchevêtrement des deux systèmes est porté assez loin pour que la structure dicotylédone devienne entièrement méconnaissable et que tous ces faisceaux ligneux épars au milieu du parenchyme cortical, rapellent davantage les tiges des monocotylédones qui neanmoins en diffèrent essentiellement."

Dass eine grössere Anzahl von Lianen in nichts von der gewöhnlichen Form des Dickenwachsthums abweicht, darf uns vom phylogenetischen Standpunkt aus nicht befremden, ebenso wenig wie das Fehlen specifischer Kletterorgane bei den meisten Spreizklimmern, der unteren Stufe der Lianen in Bezug auf den Klettermodus.

Vergleichen wir die Lianenstämme, namentlich die complicirten, auf eine Kabelstructur hinzielenden Formen mit den Stämmen normalwüchsiger Holzgewächse aus demselben Verwandtschaftskreise, so ist zu constatiren, dass die überwiegende Mehrzahl der Anomalien nur den kletternden Formen innerhalb einer Familie zukommt, und diese Thatsache berechtigt uns um so mehr zu ihrer Auffassung als Anpassungserscheinungen.

Es giebt allerdings auch Fälle und Hérail (p. 296) und Van Tieghem (Traité de Bot. 2. éd. p. 830) weisen hierauf besonders hin, dass ein und dieselbe anomale Structur innerhalb einer Familie nicht nur bei kletternden, sondern auch nicht kletternden auftritt, so z. B. bei Menispermaceen, Strychnos, Phytolaccaceen, Nyctaginaceen, Chenopodiaceen, Amarantaceen etc. Bezüglich derselben ist aber zu constatiren, dass wir es hier mit besonderen Structuren zu thun haben, welche an und für sich den betreffenden Familien bezw. Gattungen eigenthümlich sind und die wir mit Haberlandt (p. 386) als sog. „Constructionsvariationen" bezeichnen können. Die normale Anordnung der Gefässbündel und das sog. normale Dickenwachsthum ist durchaus nicht sämmtlichen Dicotylen eigen, es giebt eine grosse Anzahl von Abweichungen. Ist mit solchen Constructionsvariationen eine Zerklüftung der festen Elemente des Stammes in einzelne Stränge verbunden, so werden sie von den zu kletternder Lebensweise übergehenden Pflanzen als nützliche Eigenschaften beibehalten und nach bestimmter Richtung hin weiter ausgebildet. Sie werden aber auch als Familiencharaktere beibehalten, wenn kein Nachtheil mit ihnen unter neuen Bedingungen verbunden ist. Speciell in dem Fall von Strychnos ist gar nicht einzusehen, was die Einlagerung der Phloëmstränge in das feste Holz für einen Vortheil bei kletternder Lebens-

weise mit sich bringen soll. Ich betrachte daher die kletternden Strychnos-Arten bezüglich der Stammstructur als auf derselben niederen Stufe stehend wie die kletternde Fuchsia integrifolia mit ganz normalem Holz. Ebenso ist der innere Weichbast von Tecoma radicans als eine blosse Constructionsvariation aufzufassen.

Ausser der Auflösung des geschlossenen Holzkörpers in einzelne Stränge verdient als characteristische Eigenthümlichkeit vieler, besonders der complicirter gebauten Lianen die relativ starke Entwicklung von Parenchym zwischen diesen Strängen, wie bereits erwähnt, hervorgehoben zu werden. Das Parenchym ist in viel grösseren Massen im Stamme vorhanden als im Allgemeinen bei gewöhnlichen Holzpflanzen, obwohl uns unter diesen vereinzelt auch sehr parenchymreiche Stämme begegnen (z. B. bei Papayaceen).

Dieses Parenchym kann sehr verschiedener Herkunft sein. Entweder liefern es die erbreiterten Markstrahlen, oder das Holzparenchym selbst ist mächtig entwickelt und besteht, abgesehen von den Belagzellen der Gefässe, aus zartwandigen unverholzten Zellen. In den Stämmen mit successiven Gefässbündelzonen entstammt es dem Pericykel, oder der primären Rinde, in den nachträglich zerklüfteten der Dilatation des Markes, der Markstrahlen und des Holzparenchyms. Es dient der Speicherung von Reservestoffen, trägt zur Erhöhung der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit bei und kann bei Verletzungen, Spaltungen leicht den Verschluss der Wunde vermitteln.

Ueberall wo in den Stämmen primär angelegte oder secundär entstandene Cambien in Thätigkeit treten, vollzieht sich dieselbe in der bekannten Weise. Holz und Weichbast sind stets mit einander combinirt, daher trifft man auch in den complicirtesten Stämmen, überall in der Umgebung sich verdickender Holzstränge Siebzonen an, die die Zuleitung von Eiweissstoffen zu den thätigen Cambien besorgen. Die neugebildete Holz- und Siebzone setzt sich durch Anastomosen mit älteren in Verbindung zu einem einheitlichen Leitungssystem. Nur in einigen wenigen sichergestellten Fällen, die aber keineswegs auf Lianen beschränkt sind, ist eine Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten des Cambiums beobachtet worden, nämlich bei einigen Gattungen mit interxylären Weichbaststrängen (Mucuna, Combretum, Dalechampia etc.). Hier scheidet das Cambium die Weichbaststränge nach innen ab zwischen die Holzelemente. Die Siebröhren stossen aber nicht unmittelbar an Holzelemente, sondern erscheinen stets davon getrennt durch einige Lagen von Parenchym. Es ist diese Bildung eine Abweichung, die sich der Erklärung entzieht.

Interxylärer Weichbast kann auch auf andere Weise entstehen, wie bei Strychnos. Er hat nichts mit der kletternden Lebensweise zu schaffen.

Als gemeinsamer Character aller nachträglich entstehenden, nicht aus dem primären Cambium hervorgehenden Holz- und Phloëmstränge ist hervorzuheben, dass die mitunter schon hoch differenzirten Zellen, aus denen die neuen Cambien entstehen, nicht direct zu Holz- oder Phloëmelementen sich umwandeln, sondern immer zunächst in einen meristematischen Zustand übergehen, sich wiederholt theilen und Stränge oder Zonen von dünnwandigen gereihten Zellen bilden. Aus diesen findet erst die Differenzirung der ersten Holz- und Siebelemente statt, und in der Zone zwischen beiden theilen sich die Zellen weiter und besorgen als Cambium die weitere Verdickung.

Anomale Structuren finden sich bekanntlich ausser bei Lianen besonders häufig in den als Reservestoffbehälter fungirenden Wurzel- und Rhizomknollen.[1]) Es sei an Oenothera biennis, Cochlearia Armoracia, Brassica Napus und Rapa, Gentiana lutea, Beta, Myrrhis odorata, Rheum, Convolvulaceen, Sedum erinnert. In diesen Organen handelt es sich beim Dickenwachsthum um die Schaffung eines parenchymatischen Speichergewebes, welches in morphologisch verschiedener Weise entstehen kann. Die bezüglich der Gefässbündelbildung hier herrschenden Anomalien zielen darauf hin, das Speichergewebe behufs Füllung und Entleerung mit Leitungsbahnen in zweckmässiger Weise zu versehen. Häufig tritt in den Knollen fertig differenzirtes Parenchym wieder in Theilung, um Gefässbündelelementen den Ursprung zu verleihen, und solche und andere Vorgänge in den Reservestoffbehältern erinnern uns an die ähnlichen in Lianenstämmen, deren parenchymatische Elemente ja auch vielfach secundär wieder in cambialen Zustand eintreten können, selbst wenn sie schon fertig differenzirt waren. Crüger (Bot. Ztg. 1850 pag. 184) meinte daher, dass die Gewebe der Lianen viel länger in jugendlichem Zustande verharren, als sonst der Fall ist. Jedenfalls ist es eine Thatsache, dass die Elemente des Stammes bis zum Marke lange, oft während der ganzen Lebensdauer der Pflanze lebendig bleiben, und diese Thatsache trägt entschieden auch mit zu der Erhöhung der Biegsamkeit bei.

Zum Schluss sei noch auf das bei Lianen relativ häufige Vorkommen von bandförmigen abgeplatteten Stämmen hingewiesen, die

---

[1]) Vgl. Weiss: Anatomie und Physiologie fleischig verdickter Wurzeln. Flora 1880; — De Bary (p. 533, 616, 623); Haberlandt (p. 384).

bei Bauhinien noch dazu die characteristische Wellung annehmen. Die Seitenäste entspringen allgemein an solchen Stämmen in der Mittellinie der flachen Seiten. Das häufige Wiederkehren solcher Bandstämme legt die Vermuthung nahe, dass ein Nutzen für die Pflanze mit dieser Bildung verbunden ist. Bei den Bauhinien sind die starken Krümmungen der Stämme ganz besonders geeignet, um den Stamm auf den Aesten des Stützbaumes festzuhalten, wozu auch die abstehenden kleinen Stümpfe der Seitenäste mit beitragen (vgl. § 45, Cap. 2 Abbildung im Text). Wenn auch die abgeplattete Form des Stammes eine zufällige Bildung zunächst gewesen sein mag, so konnte sie von Nutzen werden für die Erleichterung der Auflagerung des Stammes auf die Aeste des Stützbaumes, indem sie stärkere Biegungen besser aushält als die cylindrische.

Neben bandförmigen kommen auch drei oder mehrflügelige oder solche mit stark vortretenden Rippen vor. Meist wechseln die Vorsprünge ab mit den Blattzeilen. Im späteren Alter gleicht das Dickenwachsthum oft die Vorsprünge wieder aus und die Stämme werden cylindrisch. Bei diesen Bildungen ist nicht immer einzusehen, dass der Stamm dadurch biegsamer werde, wohl aber erlangt er dadurch häufig erhöhte Torsionsfähigkeit.

§ 6.

Einfluss äusserer und innerer Factoren auf das Eintreten anomaler Structuren.

Die Formen des zusammengesetzten und des getheilten Holzkörpers in den Langtrieben gewisser Sapindaceen sind gänzlich unabhängig von äusseren Factoren in ihrem Auftreten; als fixirte Eigenthümlichkeiten kommen sie bei der Differenzirung der Stammspitze zum Vorschein. Alle übrigen Anomalien treten aber erst mit dem Dickenwachsthum, also secundär, früher oder später, ein. Nun zeigt sich sehr häufig die Erscheinung, dass bei ein und derselben Art, ja an ein und demselben Individuum das Querschnittsbild gleichdicker oder auch gleichalteriger Sprosse verschieden sein kann. Bei Arten mit gefurchten oder gelappten Holzkörpern können an dem einen Spross die Furchen tiefer gehen, also früher in die Erscheinung treten, als an dem anderen; bei Arten mit secundären successiven Gefässbündelzonen (z. B. Salacia, Securidaca) oder secundär neugebildeten peripherischen, rippenartig vorspringenden Holzbaststrängen können diese Bildungen ebenfalls früher oder später eintreten und verschiedenen

Durchmesser erreichen, wobei dann der normale centrale Holzkörper im Verhältniss zu den peripherischen dünner oder dicker in den verschiedenen Stämmen ausfällt. Oft ist in dem einen Stamm die Bildung secundärer Gefässbündeltheile viel reger als in dem andern. Die nachträgliche Zerklüftung des Holzkörpers bei Malpighiaceen, Bauhinien, Serjania piscatoria, Bignonia tritt ebenfalls früher oder später ein, schreitet mehr oder weniger weit, rascher oder langsamer vor.

Innere und äussere das Wachsthum des Stammes regulirende Factoren sind hierbei im Spiele, deren Einfluss sich nur schwierig erkennen lässt. Eine Lösung der Fragen kann nur von mehrjährigen Experimenten erwartet werden, die sich auf Reisen nicht anstellen lassen.

Es seien hier nur einige in Betracht kommende Gesichtspunkte hervorgehoben.

Der Standort einer Liane dürfte zunächst nicht ohne Einfluss auf die Anomalie sein. Ausserhalb des feuchten tropischen Waldes trifft man an offenen sonnigen Stellen, in der sog. Capoeira, in der Restinga-Formation an der Küste, häufig Kletterpflanzen an, die hier buschartig, mit niederliegenden oder auf benachbartem Gesträuch umherkriechenden Trieben wachsen. Die Stämme solcher Sonnenformen zeichnen sich meist durch sehr festes Holz aus mit engeren Gefässen und die Anomalien scheinen sich hier später einzustellen als an den Stämmen der Waldformen. So zeichnen sich zum Beispiel die sonnigen Standort bewohnenden Arrabidaea-Arten unter den Bignoniaceen durch festes Holz, relativ enge Gefässe und seichte Holzfurchen aus.

Saftige weichholzige Lianen mit sehr weiten Gefässen und stark ausgeprägter Anomalie findet man fast nur im feuchten Walde selbst.

Sodann erhebt sich die Frage, ob nicht eine stärkere Inanspruchnahme eines Lianenstammes für Zug, oder stärkere Biegungen oder Torsionen den früheren Eintritt einer Anomalie, wie z. B. der Entstehung peripherischer neuer Holzstränge veranlassen können. Namentlich bei holzigen Pflanzen trifft man öfters an den Stämmen sehr starke Torsionen, und solche Lianen zeigen in der Regel auch eine stärker ausgebildete Anomalie.

Zum Theil rühren die Unterschiede in den Dimensionen der centralen und der neugebildeten peripherischen Holzringe der zu Gruppe 10, 11 und 12 gehörigen Lianen auch davon her, dass die einzelnen Langsprosse von Anfang an kräftiger oder schwächer vegetirten, dass die Belaubung und Beastung reichlicher oder ärmlicher ausfielen.

Das stark excentrische einseitige Wachsthum mancher Lianenstämme (Menispermaceen etc.) dürfte zum Theil wenigstens auf äussere Einflüsse, besondere Inanspruchnahme des Stammes für Zug und Druck zurückzuführen sein.

Schon Treviranus (Bot. Ztg. 1847 p. 401) hat die Bedeutung äusserer Factoren für die Hervorrufung anomaler Lianenstructuren hervorgehoben, es müsse ein besonderer Eindruck hinzukommen, welcher dem Bildungsprincipe durch eine äussere Ursache ertheilt werde, z. B. durch einen anhaltenden Druck in einer gewissen Richtung, desgleichen bei Schlingpflanzen meistens, wenn auch nicht jederzeit stattfinden werde. Er citirt sodann eine interessante Beobachtung von Uttewall (Tydschr. v. naturl. Gesch. en Phys. IV, p. 90). Uttewall fand „einen bandförmigen in die Breite gezogenen Stengel von Bignonia radicans, welcher diese Form durch Ruhen auf der Kante einer Mauer bekommen und auch dann noch beibehalten hatte, als derselbe weit über dieselbe hinausgewachsen war, so dass auch die noch weiter in Menge entwickelten Zweige dieser Form alle mehr oder minder theilhaft waren". — So ist es vorstellbar, dass manche anomale Structuren anfangs durch äussere Reize veranlasst und dann von der Pflanze beibehalten wurden, dass sie erblich wurden, gerade so wie die laciniate Blattform unserer Bäume erblich werden kann.

§ 7.

Alter und Dicke der Stämme.

Wie bei den normalwüchsigen Sträuchern herrschen auch bei den holzigen Lianen Verschiedenheiten in der Lebensdauer der Langtriebe. Eine Anzahl bildet nur wenig secundäres Holz, bleibt dünnstengelig und scheint somit nach einigen Jahren wieder abzusterben. Andere dagegen bilden langlebige dicke Holzstämme. Das Alter, das die tropischen Lianen erreichen können, lässt sich aus der Structur des Holzkörpers nicht mit Sicherheit bestimmen, da alle Anhaltspunkte wie scharfe Abgrenzung des Jahreszuwachses fehlen. Auch in den Stämmen der Menispermaceen, Amarantaceen, Phytolaccaceen, Nyctaginaceen, Hippocrateaceen, Polygalaceen etc. mit successive gebildeten Gefässbündelzonen gestattet die Zahl der letzteren keinen Schluss auf das Alter, da dieselben nicht mit den Vegetationsperioden zusammenzufallen brauchen. Bei Bignonieen, manchen Dalbergieen sieht man häufig Holzzonen englumiger Elemente mit solchen weiter Gefässe alterniren, aber auch diese Zonen entsprechen keinen Jahresringen.

Ich bin daher ganz ausser Stande, Angaben über das Alter der beobachteten Stämme zu machen, halte es aber für ziemlich sicher, dass die Lianenstämme viel langsamer in die Dicke wachsen als Bäume mit gleichstarker Belaubung, zumal die ersteren im Verhältniss zu den Bäumen unter gleichen Bedingungen bedeutend längere Stämme besitzen und die zum Dickenwachsthum verwendbaren Stoffe daher in viel grösserer Ausdehnung, wenigstens in den ersten Jahren, zu vertheilen haben. Die Lianenstämme haben ferner nicht nöthig, im gleichen Verhältniss zu der sich vergrössernden Laubmasse die Stämme als biegungsfeste Träger zu verstärken. Bei ihnen bleiben die Leitungsbahnen im Holz wie überhaupt alle lebendigen Elemente viel länger in Thätigkeit, es tritt keine oder nur höchst selten Kernholzbildung ein, während an den Bäumen die alten Bahnen ausser Function gestellt werden und durch neu angelagerte ersetzt werden.

Ich gebe im Nachfolgenden die Maasse einiger der dicksten von mir gesammelten Lianenstämme:

Machaerium tounateifolium Taub.	10 × 9	cm	Fig.	114	Taf.	IX
Bauhinia Langsdorffiana Bong.	17 × 7,5	„	„	130	„	X
Serjania piscatoria Radlk.	17 × 13	„	„	54	„	V
Thinouia mucronata Radlk.	19 × 14	„	„	30	„	III
Paullinia pseudota Radlk.	13 × 9	„	„	56	„	V
Securidaca Selloviana Kl.	12 × 9	„	„	73	„	VII
Abuta rufescens Aubl.	17 × 10	„	„	14	„	II
Tetrapteris spec. von Rio	8 × 7	„	„	66	„	VI
Tetrapteris inaequalis Cav.	11,5	„	„	65	„	VI
Tynanthus elegans Miers	9,5	„	„	153	„	XI.

Solche dicke Lianentaue sind keineswegs eine Seltenheit, obwohl unter den grösseren Lianen im südbrasilischen Wald im Durchschnitt ein Durchmesser von ca. 6 cm vorherrscht.

Die angeführten Maasse stellen meist die Extreme dar. Ueber 1 Fuss dicke Lianen dürften in den üppigen Wäldern des Amazonas eine häufige Erscheinung sein, und auch bei Rio habe ich solche vereinzelt im Walde angetroffen. Manche Stämme erreichen 3—4 Fuss im Umfang, so z. B. Spatholobus Roxburghii Benth. und Mucuna macrocarpa Wall., zwei Phaseoleen Ostindiens nach Gamble (1, p. 27), ebenso Bauhinia Vahlii W. and A. (Gamble 1, p. 31). Butea superba Roxb. erlangt nach Brandis (p. 143) schenkeldicke Stämme in Ostindien.

Von unseren Lianen erreicht der Epheu die dicksten Stämme. Brandis (p. 248) erwähnt ein Exemplar von 6 Fuss 7 Zoll im Umfang, welches 433 Jahre alt sein soll. Ein Baum von gleichem Alter würde

bedeutend dickeren Stamm erlangt haben. Die Lianen der extratropischen Gebiete zeichnen sich im Holz durch regelrechte Jahresringbildung aus und hier ist demnach eine Altersbestimmung möglich. Man kann aber aus den so gewonnenen Maassen keine Rückschlüsse auf das viel üppigere, nach den Arten übrigens verschiedene Dickenwachsthum der tropischen Lianen ziehen. Hier seien anhangsweise einige Maasse zusammengestellt.

Aristolochia tomentosa	1	cm	dicker	Stamm	mit	6,5	Jahresringen
„ „	4	„	„	„	„	25	„
Aristolochia Sipho	3,5	„	„	„	„	23	„
Clematis Vitalba	4,5	„	„	„	„	25	„
„ „	2,5	„	„	„	„	10	„
Periploca graeca	1	„	„	„	„	6	„
Anisostichus capreolata	3	„	„	„	„	19	„
(nach Bureau, Monogr. des Bign. p. 141)							
Wistaria sinensis	4,5	cm	dicker	Stamm	mit	19	„
(nach Strasburger p. 197)							
Celastrus scandens	1,5	cm	dicker	Stamm	mit	5	„
Hedera helix	7	„	„	„	„	26	„

§ 8.

Lebensfähigkeit und Regeneration.

Sehr viele typische Lianenstämme zeichnen sich, wie erwähnt, durch reichliches Vorhandensein von parenchymatischen Elementen, welche sich mit Reservestoffen anfüllen, aus. Es resultirt daraus eine grosse Lebenszähigkeit der Stämme, die bei Zerreissungen, insofern die Theile mit dem Boden in Berührung kommen, leicht wieder anwurzeln und neue Triebe auf Kosten der Reservestoffe entsenden können, zumal unter den günstigen Bedingungen des feuchten tropischen Waldes. Schneidet man von weichholzigen Arten Stücke ab, so dauert es eine lange Zeit, ehe dieselben vollständig ausgetrocknet und abgestorben sind. Ich sammelte von einer nicht näher bestimmten Malpighiaceen-Liane mit weichem Holzkörper von der Beschaffenheit des in Fig. 69 Taf. VII abgebildeten ein ca. $^1/_2$ m langes, 5 cm dickes Stammstück Ende April 1887 bei Rio und fand, dass beim Auspacken im September 1887 in Europa ein grosser Theil des Gewebes noch lebend war.

Manche Lianen, wie z. B. viele Cissus-Arten, vermögen normal oder bei Verletzungen Luftwurzeln zu treiben und auf diese Weise allen Beschädigungen zu trotzen.

Auch wenn durch Insectenfrass die Stämme streckenweise ausgehöhlt werden oder infolge starker Torsionen in einzelne Stränge zer-

spalten, tritt häufig kein vollständiges Absterben ein, da die Wundheilung von Seiten des Parenchyms rasch besorgt werden kann.

Secretbehälter sind sehr verbreitet bei Lianen und führen theils Milchsaft, theils Gummiharze, theils harzige Secrete, welche beim Anschneiden in dicker Schicht hervorkommen und die Wundfläche bedecken. Inwieweit sie als Schutzmittel gegen mechanische Verletzung oder Larvenfrass in Betracht kommen, mag hier dahingestellt bleiben.

Bei einer Gattung, Cissus, findet eine merkwürdige Regeneration auf ungeschlechtlichem Wege statt. Gewisse Arten derselben haben besonders parenchymreiche Stämme, die sich mit Stärke vollpfropfen. Die unteren Internodien können nun etwas knollenförmig anschwellen und bleiben als Reservestoffbehälter übrig, wenn die Vegetation der Pflanze zu Ende geht, und können dann später wieder neue Schösslinge erzeugen. Ueberhaupt sind die Cissusstämme sehr lebenszähe. Netto citirt (Ann. sc. nat. Bot. 5. sér. VI p. 320) eine Angabe von Gaudichaud, welcher ein Stück einer solchen Liane sogar 2 Jahre später nach dem Einsammeln in seiner Heimath noch mit lebendigen Elementen vorfand und daraus eine Pflanze im Treibhaus erzog.

II.

Specielle Darstellung der Lianenstammstructuren.

Im Folgenden werde ich specielle Angaben bringen über die Structuren, insbesondere über das Dickenwachsthum der holzigen Lianenstämme. In erster Linie habe ich das von mir in Brasilien gesammelte Material verwerthet und unter Hinweis des bis jetzt in der reichhaltigen Literatur über diesen Gegenstand bekannt Gewordenen und unter Berücksichtigung aller mir zu Gesicht gekommenen Holzproben versucht, die innerhalb einer jeden einzelnen Familie auftretenden Typen zusammenzustellen. Eine Zusammenfassung nach Gruppen, wie sie in § 3 des 1. Capitels unterschieden sind, erschien mir an dieser Stelle nicht zweckmässig, da sie den phylogenetischen Gesichtspunkt zu sehr zurücktreten lässt, und da häufig die verschiedensten Modi des Dickenwachsthums bei den complicirter gebauten Stämmen mit einander combinirt sind. Auch wird bei der Zusammenstellung der Vertreter nach Familien die Verwerthung der Structuranomalien für systematische Zwecke erleichtert, welche übrigens nur mit einer gewissen Vorsicht vorgenommen werden kann, zumal wenn nur jüngere Stämme zur Verfügung stehen, denn die Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten stellen sich in manchen Fällen erst nach mehreren Jahren ein.

Die einzelnen Familien sind in verschiedener Weise zur Herausbildung besonderer Structuren an ihren kletternden Formen beanlagt, manche fast gar nicht, andere wieder in sehr hohem Maasse. Die systematische Zugehörigkeit bestimmt in manchen Punkten den Charakter der Anomalie, so dass man bei einiger Erfahrung aus dem Stammbau auf die Familie, wenigstens in vielen Fällen, mit Sicherheit schliessen kann.

Nur diejenigen Lianen sind im Nachfolgenden berücksichtigt, welche

einen secundären Holzkörper bilden; erst mit dem Dickenwachsthum treten die für Lianen charakteristischen Abweichungen ein.

Die Anordnung der Familien ist dieselbe wie in der im 1. Capitel § 6 des biologischen Theils gegebenen Liste der Lianengattungen; sie folgt im Wesentlichen dem von Eichler aufgestellten Systeme.

§ 1.

Piperaceae.

Die einzige von mir in Brasilien angetroffene kletternde Piper-Art ist Piper fluminense C. DC. (= Artanthe obtusa Miq. Fl. bras. XI t. 12). Sie wächst sehr häufig in den Wäldern bei Blumenau und gehört zu den Wurzelkletterern.

Wie bei allen Piperaceen,[1]) abgesehen von den Saurureen, die nur einen Gefässbündelring besitzen, sind auch bei P. fluminense die Gefässbündel im jungen Stamme in mehreren Kreisen angeordnet. Fig. 1 Taf. I giebt den Querschnitt durch einen jungen Stengel; zwei Hauptkreise sind vorhanden; der äussere enthält eine grosse Anzahl von kleinen Bündelchen, welche sich mit der Innenseite einem geschlossenen Sklerenchymring anlegen. Es wechseln in dem Kreis grössere mit kleineren Bündelchen ab, die ersteren tiefer in einspringende Rinnen des Sklerenchymringes eingebettet. Innerhalb des letzteren fällt ein zweiter Kreis von grossen wohlentwickelten Bündeln auf, die ein querovales Mark umschliessen. Sowohl ausserhalb dieses Kreises als auch in dem centralen Mark verlaufen noch einige kleine Bündelchen, sowie grosse lysigene Secretgänge, die in Fig. 1 als schwarze Punkte bezeichnet sind. Ausser diesen Gängen sind im ganzen Parenchym des Stammes noch zahlreiche Secretzellen eingesprengt. Die Zahl der Bündel in den Kreisen variirt etwas auf Querschnitten.

Fig. 2 Taf. I stellt nun die Abbildung des Querschnittes durch einen älteren, 5 cm Durchmesser haltenden Stamm dar, welcher einen sehr eigenthümlichen Anblick gewährt. Im Wesentlichen lässt sich

---

[1]) cf. Unger: Ueber den Bau und das Wachsthum des dicotylen Stammes. St. Petersburg 1840 p. 57.

Karsten: Veget.organe der Palmen, p. 148.

Weiss: Wachsthumsverhältnisse und Gefässbündelverlauf der Piperaceen. Flora 1876.

De Bary: p. 260.

Debray: Étude comparée des caractères et du parcours des faisceaux fibro-vasculaires des Pipéracées. Paris 1886.

hier noch dieselbe Anordnung der Gefässbündel wie im jungen Stamm erkennen. Neubildung von Bündeln hat nicht stattgefunden. Folgendes ist hervorzuheben:

1) Alle Bündel sind isolirt; nirgends ergänzt ein interfasciculares Cambium die Bündel des äusseren oder inneren Kreises zu einem geschlossenen Ring, vielmehr wächst jedes Bündel für sich in die Dicke, die inneren grösseren am stärksten, die äusseren in geringerem und verschieden hohem Grade.

2) Die Hauptmasse des Stammes besteht aus saftigem, dünnwandigem, parenchymatischem Grundgewebe, das durch seine Theilungen nach allen Richtungen hin sich an der Verdickung des Stammes wesentlich betheiligt. Ueberall wo durch das Wachsthum der Gefässbündel Spannungen in diesem Gewebe entstehen, werden dieselben durch Theilung der Zellen in letzterem, ohne dass Zerquetschungen oder Lückenbildungen eintreten, ausgeglichen. Einzelne der äusseren Bündel gerathen dabei in schiefe oder quere Lage hinein.

3) Der äussere Kreis von Gefässbündeln wird im Verlaufe des Dickenwachsthums sehr bald tangential auseinandergezerrt und die Bündel mehr oder weniger verschoben. Der sie innen verbindende Sklerenchymring wird dabei in zahlreiche Stücke zersprengt, derart, dass an der Innenseite eines jeden Gefässbündels jedesmal ein Stück des Ringes erhalten bleibt. Einzelne Ringstücke kommen auch isolirt zwischen die Gefässbündel in das Parenchym zu liegen. Die Sprengung geschieht in der Weise, dass an bestimmten Stellen die Zellen einer Radialzellreihe des Ringes tangential gestreckt werden; die Wände werden dabei gedehnt und dünnwandig. Bei weiterem Auseinanderrücken der Bündel theilen sich dann diese gestreckten Zellen durch Radialwände und verhalten sich fernerhin ebenso wie das übrige dünnwandige Grundgewebe. Fig. 3 und 4 Taf. I veranschaulichen diese Vorgänge. In Fig. 3 sehen wir rechts ein abgesprengtes isolirtes Stück des Sklerenchymringes, in Fig. 4 ein ebensolches an der Innenseite eines der kleineren Gefässbündel.

4) Das Dickenwachsthum der einzelnen Gefässbündel ist ein sehr regelmässiges vermittelst des zwischen Holz und Weichbast befindlichen Cambiums. Es werden secundäre Markstrahlen gebildet, die aus Parenchym wie das Grundgewebe bestehen. Da diese Strahlen der Länge nach durch den Stamm sich hindurchziehen, so wird das Holz und der Weichbast eines jeden Bündels in mehrere schmale Längsplatten gespalten. Es findet in den Markstrahlen nachträgliche Erweiterung nach aussen zu statt, wie aus Fig. 2 zu ersehen ist.

Die Parenchymstrahlen werden zwischen den Siebtheilen bedeutend breiter.

5) Der Holztheil der Gefässbündel besteht aus weiten, meist 0,20 mm Durchmesser zeigenden Gefässen mit behöften queren Tüpfeln, den Treppengefässen in der Form sich nähernd, mit kreisförmiger Perforirung der Querwände. Die Gefässe werden von Holzparenchym umgeben. Die übrige Masse des Holzes besteht aus Holzfasern, welche mässig verdickt sind, wenig plasmatischen Inhalt führen und durch eine zarte Querwand gefächert sind. Häufig tritt Thyllenbildung in den Gefässen auf.

Vergleicht man mit der Structur dieses Stammes diejenige von Piper obliquum R. et Pav. var. β eximium C. DC., welches als Beispiel des gewöhnlichen Verhaltens der Piper-Arten gelten kann, ebenfalls zur Untergattung Artanthe gehört, aber als aufrechtes Bäumchen im Unterholz des südbrasilischen Waldes auftritt, so ist im jungen Stengel dieser letzteren Art ebenfalls die Anwesenheit eines der Peripherie genäherten Sklerenchymringes, an dessen Aussenseite zahlreiche kleine Gefässbündel eingesenkt verlaufen, zu constatiren. Der Ring umschliesst ein grosses Mark, in welchem zahlreiche Bündel, nicht regelmässig in Kreisen angeordnet, sondern zerstreut nach Monocotylenart eingebettet sind. Die Anordnung der primären Gefässbündel ist also nicht wesentlich verschieden von derjenigen des Piper fluminense. Unterschiede ergeben sich aber bei dem Dickenwachsthum, indem bei Piper eximium ausschliesslich die an den Sklerenchymring angelagerten Gefässbündel in die Dicke wachsen, während der Sklerenchymring und die markständigen unverändert bleiben. Der Sklerenchymring wird nicht gesprengt, sondern es bildet sich zwischen seinen Gefässbündeln regelmässiges interfasciculares Cambium, das sich mit dem Cambium der zahlreichen Bündel verbindet, und nun wächst der ganze Ring in normaler Weise in die Dicke, jedoch so, dass die interfascicularen Cambien nur parenchymatische Markstrahlelemente erzeugen. Auf diese Weise kommt ein sehr regelmässiger Aufbau des Holzkörpers zu Stande, welcher zusammengesetzt erscheint aus abwechselnden schmalen Platten von Holz und ebenso breiten Markstrahlplatten. Die Gefässe des P. eximium messen nur 0,08 mm Weite.

Meines Wissens verhalten sich die aufrecht strauchigen oder baumartigen Piper-Arten mit holzigem Stamme alle übereinstimmend in dem Dickenwachsthum nur des peripherischen Gefässbündelringes.[1]) Dass

[1]) Vgl. auch Debray, Ref. in Bot. Ztg. 1887 p. 58.

in dem Stamm von Piper fluminense andere Verhältnisse herrschen, steht vielleicht in einem causalen Zusammenhang mit der Lebensweise, mit der Befestigung des kletternden Stammes durch Haftwurzeln an den Stützbaum, wodurch die kletternden Stengel sich nicht selbstständig aufrecht zu halten brauchen und die Druck- und Zugverhältnisse im Stamme andere werden. Ob wir es in den genannten Eigenthümlichkeiten des Stammes aber mit Anpassungen zu thun haben, ist ohne weiteres nicht ersichtlich. Nur die grössere Weite der Gefässe dürfte als eine Anpassung bezeichnet werden.

Die Stammstructur von Piper fluminense steht unter den Lianen isolirt da. Am ehesten lässt sie sich anschliessen an den Aristolochia Typus, bei dem die primären Markstrahlen sich durch grosse Breite auszeichnen und den Holzkörper der Länge nach zerklüften. Für einen wurzelkletternden Stamm hat aber eine erhöhte Biegungs- und Torsionsfähigkeit, die dadurch erreicht wird, wenig Werth, da derselbe ja überall von den Haftwurzeln getragen und befestigt wird. Die übrigen Wurzelkletterer zeigen dementsprechend auch keine Anomalien mit Ausnahme der Begonien, die sich wie Aristolochia durch breite primäre Markstrahlen auszeichnen.

In den Tropen der alten Welt gibt es eine grosse Anzahl von wurzelkletternden Piper-Arten, deren Stammstructur noch näher zu untersuchen ist. Möglicherweise gibt es unter denselben auch noch einige mit abweichendem Verhalten. Von Piper nigrum liegt mir ein dünnes Stammstück vor, welches wie die übrigen Piper-Arten Dickenwachsthum nur des peripherischen Bündelkreises aufweist. Crüger erwähnt (Bot. Ztg. 1851 p. 490) dass Piper nigrum fast bandförmige Stämme bildet. Jedenfalls tritt dies erst in höherem Alter auf, wenn die Angabe überhaupt richtig ist. —

§ 2.

Moraceae.

Die Gattung Ficus enthält eine grössere Anzahl von wurzelkletternden Arten, von denen uns keine Anomalien bekannt geworden sind. Die Stämme derselben verdicken sich mit normal thätigen Cambien, höchstens kann eine excentrische Ausbildung des der Stütze durch die Haftwurzeln angepressten Stammes statthaben. So giebt Strasburger (p. 206) an, dass der Stamm von Ficus stipulata (= F. pumila) sehr stark excentrisch mit Förderung der Lichtseite in die Dicke wächst.

Excentrisches Wachsthum des Holzkörpers beobachtet man auch an Luftwurzeln epiphytischer Ficusbäume, und zwar an solchen, welche den Stämmen des Stützbaumes entlang nach unten wachsen und durch seitliche Klammerwurzeln befestigt werden. An solchen Luftwurzeln einer bei Blumenau auftretenden Art constatirte ich excentrisches Wachsthum mit Förderung der dem Stützbaum anliegenden Seite, wie es auch in den Stämmen der wurzelkletternden Marcgravien statt hat.

Das Holz von Ficus zeigt eine sehr charakteristische Structur, welche von Strasburger (p. 200 ff.) eingehend dargestellt worden ist. Tangentiale Binden von Holzfasern wechseln ab mit solchen von Holzparenchym, dem sparsam Ersatzfasern beigemischt sind. Von tracheidalen Elementen sind nur relativ weite Gefässe vorhanden, welche also allein die Wasserleitung zu besorgen haben. F. stipulata zeichnet sich als Liane durch besonderen Gefässreichthum aus.

Von den wurzelkletternden Conocephalus-Arten sind bis jetzt keine Anomalien bekannt.

§ 3.

Ulmaceae.

Von den brasilischen Ulmaceen gehört Celtis brasiliensis Gardn. zu den Kettersträuchern, speciell zu der Gruppe der bedornten Spreizklimmer. Sie bildet bei Blumenau häufig im Wald Dickichte und ihre holzigen Stämme erreichen bedeutende Dicke. Ihr Dickenwachsthum folgt dem gewöhnlichen Typus, von dem innerhalb der Familie keine Abweichungen bekannt sind. Hat der Stamm wenige Centimeter Dicke erreicht, so findet Holzbildung nach zwei Seiten hin in stärkerem Maasse statt, so dass die älteren Stämme etwas abgeflacht, von ovalem Querschnitt, mit flachen Rinnen auf den beiden Breitseiten erscheinen. In den Rinnen stehen die Seitenäste.

Das axiale Holz, welches das weite Mark umgibt, zeichnet sich aus durch englumige Gefässe, während das periaxiale Holz zahlreiche weite Gefässe von 0,20 bis 0,25 mm Durchmesser neben solchen mit engem Lumen besitzt. Beiderlei Gefässe stehen zu zwei bis vier in Radialreihen, haben kurze Glieder, netzförmige Verdickung und lassen relativ wenig Raum übrig für die übrigen Elemente des Holzes. Ausser Markstrahlen treffen wir Holzparenchym und Holzfasern an, beide scharf differenzirt. Die stark verdickten Holzfasern besitzen ein sehr enges Lumen, führen aber zum Theil noch feinkörnige Stärke. Das Holzparenchym ist stärkeführend, weniger verdickt und liebt

sich scharf von den Holzfasern ab; es tritt um die Gefässe herum auf und erscheint auch zwischen die Holzfasern eingesprengt. Fasertracheiden fehlen. Nur an der bedeutenden Gefässweite und der etwas abgeflachten Form, die vielfach bei Lianen auftritt, ist der Stamm als Lianenstamm zu erkennen.

§ 4.

Polygonaceae.

Mehrere tropisch amerikanische Arten der Gattung Coccoloba stellen unvollkommene, zu den Spreizklimmern zu rechnende Kettersträucher vor. Dieselben zeigen wie die überwiegende Mehrzahl der Polygonaceen keine besonderen Abweichungen von der gewöhnlichen Art des Dickenwachsthums und entfernen sich darin von den systematisch nahestehenden centrospermen Amarantaceen, Phytolaccaceen und Nyctaginaceen. Untersucht wurden 2 Arten der Gattung, welche sich gleich verhalten.

Coccoloba striata Benth. fand ich als hochkletternde dickstämmige Liane in dem Walde der Umgebung von Pernambuco. Wie bei Celtis brasiliensis wird der anfangs drehrunde Stamm durch zweiseitige stärkere Holzbildung später abgeflacht mit Rinnenbildung an den Flachseiten (Fig. 5 Taf. I). Die Seitenäste stehen auch hier in den Rinnen. Das axiale Holz ist viel dichter und fester als das später gebildete, sich auf Querschnitten ziemlich scharf abhebende periaxiale Holz. Der Unterschied beruht hauptsächlich in der Weite der behöft getüpfelten Gefässe, die in ersterem 0,07 mm, in letzterem dagegen 0,24 mm. Weite zeigen. Der Holzkörper wird sehr regelmässig durchzogen von zahlreichen einschichtigen, oft 50 und mehr Zellen hohen Markstrahlen. Seine Grundmasse besteht aus reichlich stärkeführenden, quergefächerten Holzfasern, die in regelmässigen Radialreihen zwischen den Markstrahlen angeordnet sind. Neben den 0,24 weiten Gefässen sind auch engere mit ersteren in kurzen Radialreihen gruppirt und von Holzparenchym umgeben. Fasertracheiden fehlen.

Coccoloba ochreolata Wedd., als unvollkommener Kletterstrauch bei Rodeio, Prov. Rio, gefunden, hat dieselbe Structur. Auch bei dieser Art werden die jungen Stämme bald quer erbreitert, von ovalem oder kantigem Querschnitt.

Von den übrigen kletternden Polygonaceen haben die rankende Brunnichia cirrhosa und die windende Mühlenbeckia com-

plexa, wie Hérail (p. 287 und 296) angiebt, normales Dickenwachsthum. Dagegen zeichnet sich das mit ersterer verwandte Antigonum leptopus nach Avetta[1]) sowohl in Wurzel als auch in Stamm durch secundäre Bildung von Gefässbündeln im Pericykelparenchym aus und nähert sich hierin den Centrospermen. Im Stamm treten anfangs 10 durch ein Cambium verbundene primäre Bündel auf, welche normal in die Dicke wachsen. Im Umkreis bilden sich mit vorschreitender Vegetation fünf weitere collaterale Stränge aus dem Pericykelparenchym. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Anomalie im Stengel von der Wurzel ihren Ausgang genommen und im Zusammenhang mit der kletternden Lebensweise erworben wurde.

§ 5.

Chenopodiaceae.

Die Chenopodiaceen zeichnen sich aus durch anomales Dickenwachsthum der Wurzel und der Stämme, und zwar durch wiederholte Bildung von Gefässbündelkreisen im Pericykel, welcher sich zunächst durch centrifugale Zelltheilungen zu einer mehr oder weniger breiten Parenchymschicht, in der die successiven Cambien ihren Ursprung nehmen, vermehrt. Bei zahlreichen Arten und Gattungen dieser Familie [2]) ist dieser eigenthümliche Verdickungsmodus, der sich als Constructionsvariation (Haberlandt) darstellt, nachgewiesen. Er findet sich wieder in ähnlicher Weise in den verwandten Familien der Amarantaceen, Nyctaginaceen, Aizoaceen,[3]) auch bei einzelnen Caryophyllaceen,[4]) bei Illecebraceen,[5]) ganz unabhängig von der Lebensweise der bezüglichen Arten.

Die beiden Modi, welche De Bary (p. 607) für die Entstehung der successiven Gefässbündel angiebt, sind nicht zu trennen, denn

[1]) Avetta: Contrib. all' anat. ed istolog. dell' Antigonum lept. Ref. Just 1888 I p. 729.

[2]) Chenopodiaceen: Aus der reichhaltigen Lit. seien erwähnt
De Bary p. 607. — Solereder 1, p. 218. — Volkens p. 141. — Gheorghieff, Bot. Cbl. Bd. 30 u. 31, hier auch die ältere Lit. — Morot, p. 241 u. 271. — Hérail p. 245.

[3]) Aizoaceae: cf. Pax in Nat. Pflfam. III 1 p. 34. Die beiden von Pax unterschiedenen Typen dürften sich auf einen reduciren.

[4]) Caryophyllaceae: Nach Morot p. 242, 271, 281 in Wurzel und Stamm von Spergularia media, ebenso nach Petersen (Momenter til Car. An. Fig. 12).

[5]) Illecebraceae: Nach Petersen (Momenter til Car. An. Fig. 12) bei Corrigiola, nach Solereder (1, p. 211) auch bei Pollichia.

überall ist es, wie Morot (p. 282) hervorhebt, der Pericykel, in dessen Parenchym die Neubildung der Gefässbündel vor sich geht.

Die kletternden Chenopodiaceen sind krautige Winder, in deren Stengel die Anomalien nicht aufzutreten scheinen. Die kleine Gruppe der Basellaceen hat nach Hérail (p. 306) keine anomale Gefässbündelbildung im Pericykel, zeichnet sich dagegen durch nachträglich entstehenden markständigen Weichbast aus. Hablitzia tamoides ist nach Gheorghieff (Bot. Centralbl. Bd. 30 p. 370) in ihren krautigen Klettertrieben normal gebaut, zeigt aber in der Wurzel successive Gefässbündelringe. Boussingaultia baselloides mit knollenartigem Rhizom und krautigen windenden Stengeln hat nach Gheorghieff sowohl normalen Stengel wie auch normales Rhizom.

§ 6.

Amarantaceae.

Nur wenige Genera der Amarantaceen enthalten Kletterpflanzen, welche wohl sämmtlich zu der niederen Stufe der Spreizklimmer zu gehören scheinen und zum Theil dickere Stämme mit weichem biegsamen und geschmeidigem Holzkörper von complicirter Structur entwickeln. Die brasilischen Kettersträucher dieser Familie gehören hauptsächlich den beiden Gattungen Chamissoa und Hebanthe an.

Hebanthe holosericea Mart. fand ich als häufigen Kletterstrauch in Sa. Catharina und bei Rio, wo er in den Wäldern hochgehende Lianenstämme bildet. Fig. 6 Taf. I stellt einen Theil des Querschnittes durch einen 3 cm dicken, aussen mit dickem, längsrissigem Kork bedeckten Stamm dar. Das Dickenwachsthum vollzieht sich durch successive im Pericykel entstehende Cambien und führt zu einer Zusammensetzung des Stammes aus zahlreichen, nicht immer regelmässig concentrisch geordneten Ringen von Gefässbündeln.

Der junge Stengel von Heb. holosericea zeigt bis zu einem gewissen Stadium normalen Bau. Im Umkreis des Markes sehen wir eine grössere Anzahl (ca. 15) primäre Gefässbündel mit wohlentwickeltem Siebtheil. Das Cambium dieser Bündel stellt frühzeitig seine Thätigkeit ein. Seitlich werden diese Bündel durch interfasciculare Holzbildung zu einem geschlossenen Gefässbündelring verbunden, an dessen Aussenseite ein Cambium die weitere Verdickung durch Anlagerung neuer Holzelemente besorgt. Das Cambium des interfascicularen Holzes geht aus dem Pericykelparenchym hervor, setzt sich auch über die Aussenseite der Siebtheile der primären Gefässbündel fort und er-

zeugt hier ebenfalls Holzelemente nach innen, so dass also die Siebtheile bald vollständig von Holz eingeschlossen erscheinen.

Das Verhalten des Pericykels im jungen Stamm und den weiteren Verlauf des Dickenwachsthums illustriren Fig. 7 und Fig. 8 Taf. I. Erstere zeigt einen Theil des Querschnitts durch einen jungen Stamm, in welchem der Pericykel pc aus einigen wenigen Lagen von dünnwandigem Parenchym im Umkreis der primären Gefässbündel besteht und von der primären Rinde abgegrenzt wird durch einen einschichtigen unterbrochenen Ring von Sklerenchymfasern (Pericykelsklerenchym skf). In der Rinde verlaufen ausserdem noch in der Mitte in einer Zone angeordnet isolirte Sklerenchymfaserbündel.

Der Einschluss der primären Siebtheile durch Holzelemente, die an der Aussenseite derselben von einem Pericykelcambium angelagert werden, ist der erste Schritt zu der anomalen Structur des Stammes. Dieses Cambium erzeugt gleichzeitig nach aussen eine schmale, nicht regelmässig verlaufende und durch Markstrahlen unterbrochene Zone von Siebtheilen, an einzelnen Stellen auch isolirte Siebbündel und stellt dann seine Thätigkeit ein, um von einem ausserhalb dieser Siebzone im Pericykelparenchym entstehenden neuen Cambium abgelöst zu werden. Dieser Process schreitet successive nach aussen fort, und so kommt die Fig. 6 Taf. I abgebildete Structur zu Stande. In welcher Weise die Gefässbündel entstehen, geht aus Fig. 8 Taf. I hervor, welche den Querschnitt durch die äussere Parthie eines älteren Stammes vorstellt. Zunächst ist zu constatiren, dass die primäre Rinde mit den Sklerenchymgruppen durch Bildung eines vielschichtigen und dünnwandigen Korkes aus den äusseren Parenchymlagen des Pericykels abgesprengt ist; auch der Sklerenchymfaserbelag des Pericykels wird mit abgeworfen. Unter dem Phellogen folgt nun nach innen eine sehr breite, aus vielen Lagen von dünnwandigem Parenchym bestehende Zone mit einzelnen eingestreuten Kalkoxalatdrusenzellen. Diese Zone geht hervor durch fortgesetzte Theilung des wenigschichtigen Parenchyms zwischen dem Sklerenchymfaserring und den Siebtheilen der primären Gefässbündel des jungen Stengels (pc in Fig. 7 Taf. I) und ist somit als secundäres Pericykelparenchym zu bezeichnen. In ihm erfolgt die Neubildung der successiven Cambien dadurch, dass etwa in der Mitte eine Zellschicht in Theilung eintritt und so ein Meristem bildet. Fig. 8 Taf. I zeigt an der Innenseite des Pericykels ein Gefässbündel (gfb_1) bereits mit wohlentwickeltem Vasal- und Cribraltheil, das durch die Thätigkeit eines derartigen Meristems hervorgegangen ist. Der auf gfb_1 folgende nächst jüngere Ring von Gefässbündeln

würde im Pericykel etwa in der Mitte zwischen Phellogen (pg) und gfb_1 seinen Ursprung nehmen.

Die im Pericykel entstehenden successiven Cambien bilden als erste Elemente der Gefässbündel eine schmale Zone von Holzfasern, an die dann die ersten Gefässe angelagert werden, und nach aussen zu werden frühzeitig die ersten Siebröhren differenzirt.

Wie aus Fig. 6 und Fig. 8 Taf. I hervorgeht, bestehen die Querbänder von Gefässbündeln aus seitlich durch mehrschichtige breite Parenchymstrahlen getrennten Strängen, und zwischen den Siebtheilen und den nach aussen zunächst folgenden Holztheilen schiebt sich eine breite Zone von in Dauerzustand übergegangenem und nicht weiter sich theilendem Pericykelparenchym ein, so dass die einzelnen Stränge in weiches Gewebe ringsum eingebettet sind und der ganze Stamm sehr weichholzig und geschmeidig wird. Das die einzelnen Stränge trennende Parenchym ist mit De Bary (p. 607) als interfasciculares oder Zwischengewebe zu bezeichnen, denn es fällt nicht unter den Begriff weder des Holzparenchyms noch des Cribralparenchyms. In Fig. 6 Taf. I ist das Zwischengewebe oder Zwischenparenchym hell gelassen, die Siebtheile dunkel gezeichnet. Nach innen zu im Stamm, zwischen den älteren Ringzonen ist das Verbindungsgewebe sparsam entwickelt, mithin der Kern des Holzbastkörpers etwas fester gebaut, eine Erscheinung, die an den meisten Lianenstämmen wahrgenommen wird. In der inneren Parthie erscheinen somit die Siebzonen und Siebbündel zum Theil fast ohne Zwischenparenchym von Holz eingeschlossen.

Die Gefässbündel verlaufen auf kürzeren oder längeren Strecken isolirt und bilden dann Anastomosen mit benachbarten seitlichen oder inneren Strängen. Infolgedessen sind die einzelnen Ringe nicht regelmässig concentrisch, sondern haben oft welligen Verlauf und erstrecken sich auch nicht über den ganzen Umfang des Stammes.

Eine Verkernung des inneren Theils des Stammes konnte nicht constatirt werden.

Was die Elemente des Holzes anbelangt, so besteht die Grundmasse aus inhaltsleeren, mit einfachen schiefen Spalttüpfeln versehenen Holzfasern; darin eingebettet finden sich weitere Gefässe (bis 0,23 mm Dm.) und engere meist in kurzen Radialreihen angeordnet und in deren Umgebung Holzparenchym. Häufig tritt Thyllenbildung in den quer getüpfelten Gefässen ein.

Hebanthe pulverulenta Martius verhält sich biologisch wie vorige. Ich fand diese Art als häufigen Kletterstrauch in der

Serra dos Orgãos bei Rio. Sie bildet weichholzige Stämme, welche mit dünnem, etwas warzigem Kork bedeckt erscheinen. Der dickste Stamm maass 5 cm Durchmesser, doch erreicht sie wohl noch grössere Maasse. Die Stammstructur folgt im Wesentlichen demselben Typus wie Hebanthe holosericea. Die Apposition neuer Holzringe findet nicht in ganz regelmässiger concentrischer Anordnung statt; die Ringe haben vielmehr geschlängelten Verlauf, sind bald dicker, bald dünner, stehen durch Anastomosen mit nächst äusseren und inneren Ringen in Verbindung, wodurch der Stammquerschnitt ein unregelmässig gebändertes Aussehen erhält (cf. Fig. 9 Taf. I, von einem 15 mm starken Stamm). Bei Heb. holosericea sind die Holzringe durch zahlreiche breite radiale Parenchymstrahlen zerklüftet, bei Heb. pulverulenta dagegen sind sie auf längeren Strecken tangential zusammenhängend und radiale Parenchymplatten zerklüften von aussen eingreifend die Ringe gewöhnlich nur bis zur Mitte. Die Siebtheile der successiven Holzringe (in Fig. 9 dunkel gehalten) bilden isolirte Gruppen an den Aussenseiten derselben zwischen den radialen Parenchymplatten. Dünnwandiges Zwischenparenchym ist auch hier reichlich entwickelt und überwiegt an Masse bedeutend die Siebtheile. Nach der Mitte zu hat der Stamm ein festeres Gefüge, da hier die Holzringe auch radial an mehr Stellen in Verbindung bleiben und die dünnwandigen Elemente (Siebtheile und Verbindungsgewebe) inselartig einschliessen. Hier sind auch wie bei allen Lianen die Gefässe enger.

Im Unterschied zu Heb. holosericea stehen die primären Gefässbündel nicht in einem einzigen Ring; die äusseren kleineren werden durch secundäres Holz verbunden, die inneren erscheinen als markständige Bündel. In Fig. 9 Taf. I, die einem 15 mm starken Stamm angehört, sieht man den Pericykel (p c) aussen begrenzt durch eine unterbrochene Zone von Sklerenchymfasern (s k f), an die sich das primäre, aussen von Kork bedeckte Rindenparenchym anschliesst. Auch an 5 cm starken Stämmen hat die Rinde noch diese Beschaffenheit, während bei Heb. holosericea die Korkbildung später auf die äussere Parthie des Pericykelparenchyms übergreift und die primäre Rinde und die Sklerenchymringe abwirft.

Die Elemente des Holzes sind dieselben wie bei voriger Art, Gefässe bis 0.24 mm weit, zu grösseren und kleineren in kurzen Radialreihen angeordnet.

Successive Gefässbündelbildung im Pericykelparenchym kommt auch den übrigen Amarantaceengattungen zu, so bei Deeringia, Celosia, Chamissoa, Aerua, welche u. a. kletternde Formen

enthalten, aber nicht bei letzteren allein, sondern auch bei den nicht kletternden Arten und Gattungen.[1]) Diese Anomalie ist eine Familieneigenthümlichkeit und zeigt sich sowohl im Stamm wie in der Wurzel, ist somit für die kletternden Arten nicht als eine specielle Anpassung der Structur an die Lebensweise ohne weiteres aufzufassen. Jedoch muss hervorgehoben werden, dass die Einbettung der festen Holzstränge in weiches Zwischenparenchym eine sehr günstige Eigenschaft ist für die Erzielung einer grossen Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit des kletternden Stammes und daher als vortheilhaft von den kletternden Arten beibehalten und noch mehr ausgeprägt wurde. Es bleibt noch zu untersuchen, ob bei den nicht kletternden Arten mit holzigen Stämmen den kletternden gegenüber Unterschiede in der Ausbildung des Zwischenparenchyms bestehen. Bei holzigen Chenopodiaceensträuchern trockener Standorte ist das letztere häufig sklerenchymatisch ausgebildet.

Die Amarantaceenstructur ist schon vielfach Gegenstand anatomischer Untersuchung gewesen. De Bary (p. 607) stellt sie zu seinem zweiten Typus des Dickenwachsthums der Centrospermen; nach ihm tritt um die Aussenränder der Siebtheile der primären Gefässbündel ein extrafascicularer Cambiumring auf, welcher dauernd thätig bleibt und an seiner Innenseite abwechselnd collaterale Gefässbündel und Zwischengewebe bildet, an seiner Aussenseite eine schwache, nur aus Parenchym bestehende Bastschicht oder selbst gar keinen Bast erzeugt. Diese Darstellung ist nach den neueren Untersuchungen Morot's und nach Obigem zu berichtigen. Ueberall ist es das Pericykelparenchym, in dem die Cambien, welche die successiven Gefässbündel erzeugen, entstehen. Demnach sind auch die beiden Typen, welche Solereder (l. p. 211) für die Amarantaceen unterscheidet, was die Art des Dickenwachsthums anbetrifft, nicht verschieden.

§ 7.

Phytolaccaceae.

Wie die Amarantaceen enthalten auch die Phytolaccaceen nur wenige Kletterpflanzen, zum Theil Winder, zum Theil Spreizklimmer. Zu letzteren gehören einige Arten der tropisch amerikanischen Gattung Seguieria.

Seguieria longifolia Benth. fand ich als Kletterstrauch in der Serra dos Orgãos. Dickere Stämme habe ich nicht beobachtet.

[1]) cf. De Bary p. 607. — Solereder p. 211. — Morot p. 243, 279.

Fig. 10 Taf. II giebt den Querschnitt eines 2,5 cm starken Triebes. In der Mitte ist ein grosses Mark vorhanden; Holz und Weichbast sind in concentrischen Ringen, die Holzringe in einer Dicke von 1—2 mm entwickelt.[1]) Die primäre Rinde erhält sich auch an mehrjährigen Stämmen und folgt durch tangentiale Theilungen dem Dickenwachsthum des Stammes. Aussen wird sie durch Kork abgeschlossen, an dem noch die Epidermis in einzelnen Fetzen bemerkbar ist. Innen grenzt an das Rindenparenchym zunächst eine unregelmässige Zone stark verdickter parenchymatischer Elemente, zwischen welchen grössere und kleinere Bündelchen von Sklerenchymfasern eingesprengt sind. Es ist dies der „péricycle sclérenchymateux“ Morot's, an welchen sich nach innen zu ein mehrschichtiger dünnwandiger „péricycle parenchymateux“ anschliesst. In demselben werden die successiven Cambien gebildet. Fig. 11 Taf. II zeigt im Querschnitt, wie zwischen der Sklerenchymscheide und dem vorletzten Gefässbündelring etwa in der Mitte des dünnwandigen Pericykelparenchyms ein neuer schmaler Holzring, bereits mit einigen kleinen Gefässen und an seiner Aussenseite mit einigen Siebröhrenbündelchen versehen, angelegt worden ist. Die Holzringe wachsen aussen in die Dicke, bis sie einen bestimmten Durchmesser (1—2 mm) erreicht haben, und an der Aussenseite der Ringe entstehen, vom Cambium abgeschieden, scharf umschriebene, mit zahlreichen weiten Siebröhren ausgestattete Weichbastbündel, die zwar dicht neben einander liegen, aber nicht zu einem geschlossenen Ringe verschmelzen, sondern durch parenchymatische Elemente getrennt bleiben. Es ist nicht alles zartwandige Gewebe zwischen den scharf abgegrenzten Holzringen Weichbast, sondern die Phloëmbündel nehmen nur etwa $^1/_3$—$^1/_2$ des Durchmessers dieser Zonen ein und das übrige Gewebe ist ein regelmässig in radialen Reihen angeordnetes Parenchym, dessen Zellreihen an diejenigen der Holzelemente anschliessen. Dieses sogenannte „Zwischengewebe“ ist in Dauerzustand übergegangenes Pericykelparenchym; die successiven Cambien entstehen aber nicht unmittelbar ausserhalb der letzten Weichbastgruppen, sondern in der Mitte des Pericykelparenchyms, dessen innere Hälfte unverändert zu Zwischengewebe wird, welches dem Stamm eine gewisse Geschmeidigkeit verleiht.

Bevor noch der letzte Holzring seine definitive Dicke erreicht hat, wird bereits (cf. Fig. 10) ein neuer Holzring im Pericykelparenchym,

---

[1]) Bereits Solereder 1, p. 217 fand diese Structur bei Seg. longifolia und floribunda und giebt auch die Entstehung der secundären Ringe richtig an.

das mittlerweile durch Theilung seiner Zellen sich vermehrt hat, angelegt, woraus folgt, dass der neue Holzring ausser radialem auch tangentiales Wachsthum eingehen muss. Das tangentiale Wachsthum nun findet ausschliesslich statt in einzelnen Markstrahlen, deren Zellen sich durch radiale senkrechte Scheidewände theilen, während das dickwandige Holzparenchym und die Holzfasern sich nicht daran betheiligen. Ausser den einschichtigen Markstrahlen sehen wir daher auf Quer- und Tangentialschnitten auch breitere mehrschichtige.

Was die Elemente des Holzkörpers anbelangt, so besteht die Grundmasse derselben aus Holzfasern von gewöhnlicher Beschaffenheit, lang zugespitzten inhaltsleeren Zellen mit einfachen spaltenförmigen, spiralig stehenden Tüpfeln an der verdickten Wandung. Die Gefässe sind ca. 0,15 mm weit, netzartig verdickt, sehr kurzgliedrig. Ferner sind Tracheiden in geringerer Anzahl in der Nähe der Gefässe vorhanden und mit diesen oft in kurzen Radialreihen angeordnet; sie sind etwas weitlumiger als die Holzfasern, behöft getüpfelt wie die Gefässe. Holzparenchym und Markstrahlen zeigen nichts Besonderes.

In dem primären Holzring sind die Gefässe bedeutend kleiner als in dem secundären und die Holzfasern bedeutend stärker. Das festere Gefüge des centralen vom jungen Stengel gebildeten Holzes kehrt bei den meisten Lianen wieder. Die neu im Pericykel angelegten Holzringe bilden zuerst nur Holzfasern und Markstrahlen aus; von Strecke zu Strecke werden dann dem schmalen Holzfaserring die ersten Gefässe angelagert.

Der in Fig. 10 abgebildete 2,5 cm starke Stamm zeigt 7 ausgebildete Holzringe, einen halbausgebildeten und einen angelegten. Ob diese Holzringe Jahresringen entsprechen, ist fraglich und mir unwahrscheinlich.

Die kletternde Ercilia volubilis aus Chili scheint sich genau ebenso wie Seguieria zu verhalten. Krüger (p. 21) giebt an, dass in einem 2 cm dicken Stamm 7 concentrische gleiche Zuwachsringe vorhanden gewesen seien, bringt aber keine Angaben über die Bildung derselben.

Aber auch andere Phytolaccaceen zeichnen sich durch successive Gefässbündelbildung im Pericykel aus, so z. B. die vielfach untersuchte Phytolacca dioica (Morot p. 275). Es gilt für die kletternden Formen dasselbe, was weiter oben von den kletternden Amarantaceen gesagt ist.

Nach De Bary (p. 607) ist dagegen Rivina, nach Solereder (1, p. 218) sind noch einige andere Gattungen normal gebaut.

§ 8.

Nyctaginaceae.

Auch diese Familie stellt zur tropisch amerikanischen Lianengenossenschaft nur verhältnissmässig wenige Vertreter, unter denen aber die schönblüthigen Bougainvilleen als charakteristische Klettersträucher der brasilischen Waldvegetation bemerkenswerth sind.

Bougainvillea spectabilis Willd. ist Spreizklimmer mit Dornen, klettert aber trotzdem auf die höchsten Bäume und bildet oft dicke holzige Stämme. Die rückwärts gerichteten Dornen der jungen Triebe brechen später ab oder werden auch von den secundären Zuwachszonen eingeschlossen und fehlen daher an ältern (5 cm dicken) Stämmen.

Bougainvillea zeichnet sich durch wiederholte Cambiumbildung aus dem Pericykel aus, welche zu einer ähnlichen Holzstructur wie bei den Amarantaceen führt. Auch bei ihr sehen wir im Stamm auf dem Querschnitt zahlreiche concentrische, geschlängelten Verlauf zeigende, schmale (ca. $^{1}/_{2}$ mm breite) Ringe von Xylem, die durch schmälere Zonen von dünnwandigem Zwischengewebe getrennt sind. Eingebettet in das letztere verlaufen an der Aussenseite der successiven Holzringe isolirte Siebstränge. Von der Vertheilung dieser Gewebe giebt eine Vorstellung Fig. 12 Taf. II, welche eine Parthie mit mehreren Ringen an der Markgrenze aus einem dicken Stamm umfasst. Die Holzringe sind nicht überall gleichmässig dick ausgebildet, es finden an vielen Stellen Anastomosen von aufeinander folgenden statt. Die Zwischengewebezonen werden durch zahlreiche breitere und schmälere Markstrahlplatten, die die Holzringe in einzelne Stränge spalten, mit einander in Verbindung gesetzt. Die Gefässe finden sich in den Holzringstücken immer zu kleinen Gruppen, oft zu kurzen radialen Reihen vereinigt. Ausserhalb einer jeden solchen Gefässgruppe verläuft nun an der Aussengrenze des Holzringes je ein Siebbündel (in Fig. 12 dunkel gezeichnet), das seitlich und nach aussen ganz von Zwischengewebe eingeschlossen ist.

Der so beschaffene Gefässbündelkörper umschliesst nun ein weites Mark von 5 bis 10 mm Durchmesser je nach der Stärke der Triebe, in welches eine grosse Anzahl (60 bis 70) von isolirten geschlossenen kleinen Gefässbündelchen verlaufen. Dieselben sind nicht regelmässig in Ringe vertheilt, sondern wie bei Monocotylen zerstreut. Nach dem Rande des Markes zu stehen die Bündelchen enger und das Mark wird umschlossen von einem etwas unregelmässigen Kreis zahlreicher,

nur durch Markstrahlplatten geschiedener Bündel, die sehr bald ihr Dickenwachsthum einstellen. Ob dieser Kreis noch zu den primären Bündeln gehört oder schon im Pericykel seine Entstehung nimmt, lasse ich dahingestellt. Jedenfalls aber geschieht die weitere Apposition von neuen Gefässbündelzonen im Pericykel, welcher frühzeitig sich verbreitert. Das Verhalten desselben, sowie der Rinde und die Neubildung von Gefässbündeln demonstrirt Fig. 13 Taf. II, welche dem Querschnitt eines jungen Stammes entnommen ist. Zu äusserst ist noch die Epidermis mit einzelnen Gliederhaaren vorhanden; sie bedeckt in grösseren Fetzen den subepidermalen Kork (k), dessen innere Zellen stark radial gestreckt sind. Auf das Phellogen folgen etwas collenchymatisch verdickte Rindenparenchymzellen, dann dünnwandiges Rindenparenchym. An die innerste Schicht desselben schliesst sich der Pericykel an, zunächst mit einer öfters unterbrochenen Zone von Sklerenchymfasern (skf.), sodann mit seinem mehrschichtigen zartwandigen, radial gereihten und durch Theilung in dieser Richtung entstandenen Parenchym. Die Anlage eines neuen Gefässbündelringes geschieht nun in der Weise, dass etwa in der Mitte des Pericykelparenchyms zwischen der Sklerenchymscheide und dem nächst inneren Gefässbündelring ein Meristem entsteht, das nach innen zu Holzelemente, anfangs Holzfasern, dann auch Gefässe an bestimmten Stellen, nach aussen aber über den Gefässgruppen die Siebbündel erzeugt. Auch gehen durch die Thätigkeit dieses Meristems die breiten den Holzring zerklüftenden Markstrahlen hervor.

Wenn nun der Holzring die Dicke von etwa $^1/_2$ mm erreicht hat, dann stellt das Cambium seine Thätigkeit ein und in dem ausserhalb der Siebbündel befindlichen Pericykelparenchym, das mittlerweile seine Lagen durch Theilung mit tangentialen Wänden vermehrt hat, bildet sich ein neuer Ring. Da diese succesiven Ringe inmitten des Pericykelparenchyms angelegt werden, so kommen die inneren Lagen desselben an die Innenseite der Holzringe zu liegen und bilden hier das durch die breiten Markstrahlen anastomosirende Zwischengewebe, das, wie Fig. 12 zeigt, in reichlicher Menge im Holzkörper vorhanden ist und im Verein mit den Markstrahlen demselben eine gewisse Biegsamkeit verleiht.

An älteren 4 bis 5 cm starken Stämmen machen sich folgende Veränderungen in der Peripherie des Stammes bemerkbar: Aussen ist ein mächtiger Kork entwickelt. Das Phellogen, ursprünglich subepidermal, ist auf die äusseren Schichten des Pericykelparenchyms übergegangen und dadurch wird die gesammte primäre Rinde und

die Sklerenchymfaserscheide abgesprengt. Der Pericykel selbst hat eine vielschichtige secundäre Rinde erzeugt, deren Zellen in radialen Reihen angeordnet sind. Einzelne Zellen sind stark verdickt, andere enthalten Raphiden, die in jungen Stämmen sehr sparsam auftreten. Die Vermehrung der Pericykelparenchymlagen durch tangentiale Theilungswände findet in der inneren, an den äussersten Gefässbündelring anstossenden Zone statt, wo die Zellen sehr zartwandig bleiben; in dieser Zone werden auch die neuen Gefässbündelringe angelegt.

Die Grundmasse des Holzes besteht aus Holzfasern, welche noch Inhalt, oft reichlich Stärke führen. Weitere (bis 0,25 mm Dm.) und enge Gefässe mit netzförmigen Verdickungen stehen in Gruppen. In den primären und zuerst gebildeten secundären Gefässbündeln überwiegen die Holzfasern, in den späteren successiven Ringen befinden sich die Holzfasern vorzugsweise an der Innenseite und das secundäre Holz ist infolge der Weite der Gefässe viel weniger fest gefügt als das centrale.

Die Gattung Pisonia enthält einige unvollkommen kletternde Arten, z. B. die brasilische Pisonia aculeata L., von welcher ein Stamm von 15 mm Dicke, in der Provinz Rio gesammelt, mir vorliegt. Derselbe hat dieselbe Structur wie Bougainvillea.

Ueberhaupt ist successive Gefässbündelbildung aus dem Pericykel charakteristisch für die Nyctaginaceen.[1]) Die kletternden Arten haben in derselben ein vorzügliches Mittel, um biegsame Stämme zu erlangen. Durch Vermehrung des dünnwandigen Zwischenparenchyms und Auflösung des Holzkörpers in einzelne Stränge kann eine sehr vollkommene Lianenstructur hier wie in den vorigen Familien entwickelt werden. Freilich stehen Bougainvillea und Pisonia in dieser Beziehung noch auf einer Anfangsstufe, denn bei ihnen ist der Holzkörper noch relativ fest, bedeutend fester gefügt als bei Hebanthe.

§ 9.

Lauraceae.

Diese artenreiche Familie enthält nur äusserst wenige kletternde Formen (Ocotea-Arten z. B.), von denen Anomalien nicht bekannt sind; weder Solereder (p. 227) noch Knoblauch (Flora 1888 p. 319) geben solche an.

---

[1]) cf. De Bary p. 607. — Solereder 1, p. 207. — Morot p. 242, 279. — Hérail p. 247. — Petersen, Bot. Tidsk. 1887,

§ 10.

Magnoliaceae.

Nur die beiden Schizandreen-Gattungen Schizandra und Kadsura enthalten kletternde Sträucher.

Kadsura japonica zeigt nach Hérail (p. 232) normales Dickenwachsthum wie überhaupt die Schizandreen. Ein Stamm von Kadsura grandifolia Wall. von $^1/_2$ cm Dicke, in Nördlinger's Holzquerschnitten VIII Stuttgart 1878, ist normal verdickt.

§ 11.

Anonaceae.

Nur in den Tropen der alten Welt giebt es kletternde Arten, unter denen vielleicht auch anomale Formen zu erwarten sind. Ein 2,5 cm dicker Stamm von Melodorum bancanum, aus Buitenzorg von Schimper mitgebracht, war normal, besass ein festes, 1 cm dickes axiales Holz, gegen das sich das poröse mit 0,23 weiten Gefässen versehene periaxiale scharf abhob. Die Grundmasse des Holzes bilden Holzfasern.

§ 12.

Ranunculaceae.

Die holzigen Stämme von Clematis folgen dem Aristolochia-Typus. Sonstige Anomalien sind nicht bekannt. Unsere Clematis Vitalba, von welcher die übrigen Arten in der Form des Dickenwachsthums nicht abweichen, bildet Stämme von beträchtlichem Durchmesser (ich sah solche von 10 cm Dicke). Im jungen Stamm haben wir im Internodium 12 Gefässbündel, getrennt durch die primären Markstrahlen.[1]) Davon entstehen 6 alternirend etwas später als die andern. Beim Dickenwachsthum werden die primären Markstrahlen durch das interfasciculare Cambium nicht mit Holzelementen geschlossen, sondern sie erfahren nur Zuwachs von gleichartigen Markstrahlenelementen und durchziehen somit als nach aussen breiter werdende Platten den Holzkörper. In ca. 8 mm dicken Holzkörpern beginnt die Bildung secundärer Markstrahlen, welche die Holzplatten theilen und sich ebenso verhalten wie die primären. Je dicker das

[1]) Ueber Verlauf und Entstehung der Bündel vgl. De Bary p. 470.

Holz wird, desto mehr solcher Strahlen treten auf, welche das Holz somit in zahlreiche schmale (ca. $^1/_2$ bis 1 mm) dicke Platten zerklüften.

Im Knoten stehen die Gefässbündel im jungen Stamm und somit in älteren Stämmen auch die Holzplatten, die sich an die primären Holztheile ansetzen, in reichlicher Anastomose, aber ausserdem kommen auch in den Internodien im secundären Zuwachs in den breiten Markstrahlen vereinzelte schräge tracheale Verbindungsbrücken vor (cf. Sanio p. 127, Strasburger 2, p. 319).

Durch die Zerklüftung des Holzkörpers vermittelst der langen und breiten Markstrahlen in einzelne schmale Holzplatten wird die Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit des Stammes gegenüber den normalen Holzstämmen, in denen die primären Markstrahlen durch secundäres Holz geschlossen werden, ganz bedeutend erhöht, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man ein längeres Stammstück an beiden Enden festhält und nun um seine Längsaxe tordirt. Die Holzplatten gestatten mit Leichtigkeit eine seitliche Verschiebung, ohne dass der Stamm leidet. An älteren dickeren Stämmen erscheint natürlich die Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit herabgedrückt, muss aber immer noch grösser sein als bei gleichdicken Normalhölzern.

Die radial gestreckten Zellen der breiten Markstrahlen haben verdickte Wandung, und auch die englumigen Markzellen, welche die primären Holztheile innen verbinden, sind dickwandig, abgerundet im Querschnitt, aber trotzdem gestatten die Elemente leicht Torsionen des Stammes, wie sie in der Natur häufig vorkommen müssen.

Das Holz von Clematis enthält weitere und engere Gefässe, letztere in Tracheiden übergehend. Die engeren trachealen Elemente haben alle tertiäre schraubenlinige Verdickungen. Im Uebrigen besteht das Holz aus Holzfasern, welche etwas Stärke führen, und Holzparenchym. Von Markstrahlen sind bloss die weiten vielschichtigen vorhanden.

F. Krasser (p. 795) beobachtete an Aesten der Clematis Vitalba in der Umgebung Wiens einen abweichenden Bau des Holzes, indem die 6 später entstehenden der 12 im jungen Stamm auftretenden Bündel eine geringere Holzproduktion erfuhren, als die 6 zuerst gebildeten. An älteren Sprossen zeigte somit der Holzkörper ähnliche Zerklüftung wie bei Bignoniaceen. Diese Erscheinung als eine „regressive" zu betrachten, „welche auf typisch nach dem Princip des tordirten Kabels gebaute Vorfahren der Clematis schliessen lässt", liegt kein Grund vor, eher könnte man sie als eine progressive an-

sehen, denn von Clematis Vitalba ist nicht anzunehmen, dass sie früher eine vollkommenere Liane gewesen sei.

Naravelia hat nach Marié (p. 30) im Wesentlichen denselben Bau wie die übrigen Clematis-Arten, ebenso Atragene alpina (cf. Abb. eines Stengelquerschnittes bei Kerner I, p. 692). Bei Atragene hat der Stamm anfangs nur 6 primäre Bündel, durch primäre Markstrahlen getrennt. In älteren, mindestens zweijährigen Internodien kann aber durch Bildung von Zwischenbündeln in den primären Markstrahlen die Zahl vermehrt werden (Näheres bei De Bary, p. 474). Immer aber bleiben die einzelnen Bündel durch die breiten Markstrahlplatten getrennt.

In der brasilischen Flora ist die Gattung Clematis nur durch wenige Formen (4 Arten) vertreten, wovon die durch grosse Variabilität ausgezeichnete Clematis dioica L. in Süd-Amerika weit verbreitet ist. Zu dieser Art dürften auch 2 fingerdicke Stämme gehören, die ich in Südbrasilien sammelte und die sich durch eine grössere (20, 24) Anzahl von primären Gefässbündeln im Stamm auszeichnen (cf. Eichler in Flora brasil. XIII, Taf. 35 Fig. 3). Auch sind die Markstrahlzellen hier alle zartwandig und die Holzsegmente enthalten reichlich dünnwandiges Holzparenchym, wodurch die Stämme eine grössere Biegsamkeit und eine grössere Torsionsfähigkeit erlangen, als sie Cl. Vitalba zukommt.

Die dünnstengelige, Campos bewohnende Clematis campestris hat wie Cl. Vitalba 12 primäre Gefässbündel.

§ 13.

Lardizabalaceae.

Die hierher gehörigen schlingenden Sträucher verhalten sich, soweit untersucht, übereinstimmend und folgen ebenfalls dem Aristolochia-Typus, indem die primären Markstrahlen nicht durch interfasciculares Holz geschlossen werden, sondern als längsverlaufende, nach aussen etwas breiter werdende Platten den Holzkörper in Längssegmente spalten, die auf dem Querschnitt als keilförmige Strahlen erscheinen.

Es treten aber zu den grossen primären Markstrahlplatten in den Holzkeilen im Laufe des Dickenwachsthums noch weitere solcher breiten Markstrahlplatten hinzu, welche dann nicht bis zum Marke reichen, aber wie die primären den Holzkörper der Länge nach durchziehen. Zerstreut kommen in diese breiten Strahlen schräge Anasto-

mosen von Gefässen und Fasertracheiden zwischen den benachbarten Holzplatten vor. Solche Anastomosen trachealer Natur kommen, wie Strasburger (2. p. 602) hervorhebt, bei Akebia, Aristolochia, Vitis, Clematis vor und bringen die einzelnen Holzstränge innerhalb des Internodiums in Verbindung, was von Wichtigkeit für das Aufsteigen des Saftstromes ist und bei Verletzungen das Ausschalten von Strängen verhindert.

Die obigen Angaben beziehen sich zunächst auf Akebia quinata, aber auch Lardizabala und Holboellia (Solereder 1, p. 60) zeichnen sich durch breite primäre Markstrahlen aus. Holboellia latifolia Wall. ist nach Gamble in Ostindien ein sehr stattlicher Windestrauch mit dicken Stämmen, dessen Holz sehr breite Strahlen besitzt.

Anomalien des Dickenwachsthums sind im Uebrigen nicht bekannt. Neben weiten und engen Gefässen enthält das Holz von Akebia quinata Holzparenchym und reichlich Fasertracheiden mit tertiären Verdickungsfasern welche für die Familie characteristisch sein dürften. Holzfasern scheinen zu fehlen. Markstrahlen nur in Form der breiten vielschichtigen vorhanden.

§ 14.

Menispermaceae.

Die Menispermaceen sind überwiegend tropische Windesträucher; nur wenige repräsentiren aufrechte Sträucher oder Stauden, und baumartigen Wuchs erlangt nur Cocculus laurifolius.

Was die charakteristische successive Gefässbündelbildung in den Stämmen anbelangt, so tritt dieselbe bei einer grösseren Anzahl von windenden Formen auf, aber nicht bei allen. Die übrigen bilden keine neuen Cambien in der Rinde, sondern wachsen normal in die Dicke. Sowohl die letzteren Arten zeitlebens, als auch die ersteren, so lange sie noch in der ersten Zeit normal sind, folgen dem Aristolochia-Typus, da die primären Markstrahlen nicht geschlossen werden.

Normales Dickenwachsthum besitzen:

Menispermum canadense, nach Decaisne. Bei dieser Art werden, wie De Bary (p. 475) angiebt, in den primären Markstrahlen in älteren Stämmen Zwischenstränge, die mit den Hauptholzsträngen anastomosiren, gebildet.

Tinospora cordifolia Miers, nach Gamble 1, p. 4.

Coscinium fenestratum, nach Eichler, Flora brasil. XIII, Taf. 50 Fig. 2.

Anamirta Cocculus DC., nach Hérail p. 230.

Cissampelos hexandra, nach Hérail p. 230.

Cocculus carolinus, nach Hérail p. 230.

Successive Gefässbündelbildung findet statt bei folgenden:

Cocculus laurifolius, obwohl diese Art ein Baum ist, nach Decaisne, Eichler (Fl. brasil. XIII, Taf. 51), Hérail (p. 226), Blottière.

Cocculus Leaeba, nach Krüger p. 23. Bildet dicke Stämme mit zahlreichen Bündelringen, wie aus den von Schweinfurth gesammelten Holzproben des Berliner Museums zu ersehen ist.

Cissampelos Pareira L., Wurzel, nach Wigand, Flora 1856 Taf. VII, Fig. 1 und p. 676.

Ob der dicke Menispermaceenstamm, den Eichler in Flora brasil. XIII, Taf. 50 Fig. 7 abgebildet hat und der ca. 15—16 cm Durchmesser hat, und ebenso der in seiner Fig. 3 abgebildete Stamm wirklich zu Cissampelos Pareira gehört, ist mir fraglich, denn C. Pareira L. scheint nur relativ dünnstengelige Triebe aus dem Wurzelstock zu entsenden, wie es auch Brandis (Forest flora p. 10) von den indischen Exemplaren angiebt. Wenn die obigen Figuren wirklich zu C. Pareira gehören, dürften sie eher dem Wurzelstock oder der Wurzel entnommen sein.

Burasaia Madagascarensis, nach Blottière.

Chasmanthera palmata, nach Blottière.

Chondodendron spec., nach Krüger p. 23.

Chondodendron tomentosum, nach Blottière.

Pericampylus incanus Miers. Im Berliner Museum ein 6 cm dicker Stamm mit 7 concentrischen Zonen, von Hollrung in Neu-Guinea gesammelt.

Botryopsis platyphylla Miers. Bereits von Jussieu (p. 125) unter dem Namen Cocculus platyphylla St. Hil. als anomal erwähnt. Stämme von mir bei Rio gesammelt. Fig. 16 Taf. II, Fig. 22 Taf. III.

Anomospermum Schomburgkii Miers. Dicker Stamm, von mir bei Pernambuco gesammelt. Fig. 18 Taf. II.

Anomospermum grandifolium Eichler. Der in Fig. 17 Taf. II abgebildete, einseitig verdickte Stamm von Schwacke am Amazonas gesammelt.

Pachygone domingensis Eichler. Unter dem Namen Cocculus doming. DC. von Witte p. 37 und Solereder p. 57 als anomal angegeben. Im Berliner Museum ein 8 × 12 cm dicker Stamm mit zahlreichen Ringen, von Eggers auf S. Domingo gesammelt. Als dickstämmige Liane bei Rio von mir beobachtet.

Abuta amara, nach Blottière.

Abuta Selloana Eichler. Bildet dicke anomale Stämme, häufig in Südbrasilien. Fig. 15 Taf. II, Fig. 19 Taf. III.

Abuta rufescens Aubl. Häufigste und sehr dickstämmige anomale Menispermee in den Wäldern bei Rio. Fig. 14 Taf. II, Fig. 20, 21 Taf. III. Unter dem Namen Cocculus Martii St. Hil. von Jussieu p. 125 als anomal angegeben.

Diesen schliessen sich noch einige nicht näher bestimmbare Arten meiner Sammlung an.

Ob das Auftreten concentrischer Bündelringe für die Gattungen constant ist, wie es Solereder (1, p. 57) für Cissampelos, Cocculus, Abuta, Chondodendron als wahrscheinlich hält, ist mir fraglich, zumal für die beiden ersteren Gattungen. Zur Entscheidung über den systematischen Werth der Anomalie reicht das vorhandene sichergestellte Material noch nicht aus.

Sehr merkwürdig ist die Thatsache, dass Cocculus laurifolius, ein Baum, auch die concentrischen Gefässbündelringe besitzt. Ich halte es indessen nicht für ausgeschlossen, dass diese Art sich von einer kletternden abgeleitet und die abweichende Structur beibehalten hat, zumal die übrigen Menispermaceen fast sämmtlich winden. Die gleiche Descendenz halte ich auch als wahrscheinlich für Cissampelos ovalifolia DC., welche aus einem Rhizom aufrechte Sprosse entsendet, während die übrigen Cissampelos-Arten alle winden.

Die Menispermaceen treten als sehr häufige und charakteristische Lianen in den brasilischen Wäldern auf und bilden meist sehr dicke Stämme. Dünnstengelige, mehr krautige Winder finden sich in der Gattung Cissampelos. Sie sind normal gebaut, während bei allen von mir in Brasilien beobachteten holzigen Arten die Stämme sich aus concentrischen Gefässbündelringen zusammensetzen.

Die dickeren älteren Stämme sind selten cylindrisch und genau concentrisch gebaut. In der Regel ist das spätere Dickenwachsthum, wie beispielsweise der in Fig. 14 Taf. II abgebildete Stamm von Abuta rufescens Aubl., bei Rio gesammelt, zeigt, ein unregelmässiges, indem an verschiedenen Stellen die Bildung der aufeinander folgenden Gefässbündelschichten eine geförderte ist und wulst- oder

leisten- oder flügelartige Längsvorsprünge hervorbringt. Die Querschnittsform dickerer Stämme ist bei derselben Art und demselben Individuum oft eine sehr wechselnde. In dem Stamme Fig. 15 Taf. II von Abuta Selloana Eichl., bei Blumenau gesammelt, ist die Gefässbündelbildung nach zwei gegenüberliegenden Seiten gefördert und dadurch der Stamm etwas abgeplattet.

Bei einer in den Wäldern um Rio häufigen Liane, Botryopsis platyphylla Miers, zeigt der Stamm (Fig. 16 Taf. II) erst regelmässiges concentrisches Dickenwachsthum bis zur Erzeugung des 5.—7. Ringes, in anderen Fällen bloss bis zur Bildung des 2. Ringes und dann ausschliesslich einseitige Apposition von aufeinanderfolgenden Ringstücken. Es kommen so einseitig geflügelte Stämme zu Stande. Die Richtung des Flügels kann später sich ändern und dadurch der Stamm rinnenförmig werden, wie Fig. 16 zeigt.

In weit höherem Maasse zeigt der von Schwacke am Amazonas gesammelte Stamm von Anomospermum grandifolium Eichler (Fig. 17 Taf. II) diese einseitige Flügelbildung; sie beginnt hier schon, nachdem der primäre Gefässbündelring sein Dickenwachsthum beendet hat. Die Ringstücke sind sehr schmal, der Stamm dadurch bandförmig.

Aehnliches Verhalten zeigt der von Eichler (Flora brasil. XIII, Taf. 50 Fig. 4) abgebildete Stamm, den er auf Abuta rufescens Aubl. bezieht. Ich habe von dieser bei Rio ungemein häufigen Liane keine solchen excentrischen Stammformen gefunden und halte die Bestimmung für fraglich.

Eine andere Art von Anomospermum, A. Schomburgkii Miers, fand ich in den Wäldern bei Pernambuco häufig. Sie zeichnet sich indessen durch regelmässiges concentrisches Dickenwachsthum aus (Fig. 18 Taf. II). Sehr eigenthümlich ist der von Van Tieghem (Traité de bot. 2. éd. p. 830) abgebildete Menispermaceenstamm mit einseitigem Wachsthum und hin und her gebogenen Flügeln.

Interessant ist, dass auch die holzigen Wurzeln der Menispermaceen sich durch Bildung secundärer Gefässbündelringe auszeichnen, wie aus den Abbildungen Eichler's (l. c. Taf. 50 Fig. 8—11) hervorgeht.

Das eigenthümliche Dickenwachsthum ist schon vielfach untersucht[1]) und hauptsächlich durch Radlkofer, Naegeli und Hérail

[1]) Aus der Literatur hebe ich hervor
Decaisne: Mém. sur les Lardizabal. 1839.
Jussieu: Monogr. des Malpigh. p. 125.
Wigand: Flora 1856 p. 676.
Radlkofer: Flora 1858 p. 193.

genauer bekannt geworden. Naegeli stellt die Menispermaceen zu seinem 4. Typus des Dickenwachsthums: „Dicotyledonen-Typus mit successive begrenzten Cambiumringen in der Protenrinde", unterscheidet somit scharf das eigenthümliche Verhalten dieser Familie von allen anderen Stämmen mit Zuwachsringen.

Ich habe Abuta Selloana, Ab. rufescens und Botryopsis platyphylla genauer untersucht und gebe im Folgenden der Vollständigkeit halber eine Darstellung der anatomischen Verhältnisse.

Im jungen Stengel von Abuta Selloana sehen wir ein weites Mark, umgeben von zahlreichen schmalen, zu einem Ring angeordneten Gefässbündeln. In einem Stengel zählte ich 35 Bündel. Dieselben werden der Länge nach getrennt durch primäre Markstrahlen, die $^1/_3 — ^1/_2$ so breit sind als die Holztheile. An der Innenseite eines jeden Gefässbündels, an die Vasalprimanen halbmondförmig anstossend, findet sich ein in das Mark vorspringender Sklerenchymstrang, aus schmalen, langgestreckten, etwas verdickten Zellen bestehend. Dieses Markscheidensklerenchym rechne ich mit zum Marke; es kommt häufiger vor (z. B. bei Sapindaceen), dass die peripherischen Schichten des Markes sich zu langgestreckten Sklerenchymzellen differenziren. Eichler (Fl. bras. XIII $_1$, p. 210) betrachtet dieses Sklerenchym als inneren Bast, dessen Vorkommen für alle Menispermaceen constant sei und auch bei den Lardizabalaceen wiederkehre. Solereder (p. 57) kann die Constanz des „inneren Hartbastes" dagegen nicht bestätigen. Ich fand inneres Sklerenchym nicht bei Cissampelos-Arten (z. B. C. fasciculata Benth.), wohl aber bei Abuta, Anomospermum und Botryopsis.

Ueber die Structur des jungen Stengels orientirt Fig. 19 Taf. III, welche den Querschnitt durch die äussere Hälfte eines Gefässbündels mit den daranstossenden Markstrahlen und Theilen der beiden benachbarten Bündel darstellt. An den Holztheil, welcher aus Fasertracheiden mit eingesprengten Bändern von Holzparenchym und weiten und engen Gefässen besteht (in Fig. 19 sieht man 2 weite Gefässe in Bildung begriffen), grenzt nach aussen durch das Cambium getrennt der im Querschnitt halbkreisförmige Siebtheil, dessen äussere ältere Elemente zusammengedrückt und obliterirt sind. An dieselben lagern sich aussen in sichelförmigem Umriss einige wenige Lagen von zart-

---

Naegeli: Beitr. zur wiss. Bot. Heft 1.
Eichler: Flora brasil. XIII$_1$. speciell Cocculus laurifolius behandelt.
Hérail: Ann. sc. nat. 7 sér. II 1885 p. 226.

wandigem Parenchym, welches bedeckt wird von einer dicken sichelförmigen Gruppe von Sklerenchymfasern. Dieses Sklererenchym stellt nebst dem zartwandigen innen angrenzenden Parenchym den Pericykel der einzelnen Gefässbündel vor, einen sog. „heterogenen Pericykel“ im Sinne Morot's (p. 253, 257). Während bei anderen Dicotylen mit successiven Gefässbündelringen das genannte zartwandige Parenchym sich vermehrt und die neuen Cambien bildet, bleibt es hier nach der Anlage ganz unverändert. Die successiven Gefässbündelringe entstehen bei den Menispermaceen ausserhalb der Sklerenchymsicheln im primären Rindenparenchym, ein Verhalten, wie es sonst nur noch bei Capparideen, bei Avicennia, bei Rhynchosia und Wistaria vorkommt.

Die breiten Markstrahlen bestehen aus radial etwas gestreckten und ziemlich derbwandigen Parenchymzellen. Sie wachsen mittelst eines interfascicularen Cambiums eine Zeit lang in die Dicke. Da wo die Markstrahlen zwischen den Sklerenchymsicheln mit der Rinde in Verbindung stehen, sind die Parenchymzellen zur Herstellung einer seitlichen Verbindung der Sklerenchymfasern alle stark verdickt und steinzellenartig ausgebildet, mit Tüpfelcanälen in den Wandungen versehen.

Aussen grenzt nun an die Sklerenchymbündelzone das primäre Rindenparenchym, das aus 3 Zonen besteht. Die innerste Zone setzt sich zusammen aus 2 bis 3 Schichten stärkereicher, farbloser, von der übrigen grünen Rinde sich hyalin abhebender und zartwandiger Parenchymzellen, welche auch die Furchen zwischen den Sklerenchymbündeln bis zu den sklerenchymatisch verdickten äusseren Markstrahlzellen ausfüllen. Dann folgt eine Zone von mehr oder weniger stark verdickten, langgestreckten Parenchymzellen untermischt mit ebenfalls langgestreckten aber zartwandigen Zellen und endlich unter der stark verdickten Epidermis 2 bis 3 Lagen wenig verdickten collenchymatischen Gewebes.

Bei den einzelnen Arten der Menispermaceen variirt diese Zusammensetzung der Rinde, immer aber sind die inneren farblosen Rindenzellen als besondere Zone vorhanden, und diese Zone bezeichnet nun das Gewebe, durch dessen Thätigkeit der gesammte spätere Zuwachs des Stammes an Gefässbündelringen hervorgeht.

Die Art und Weise, wie dies geschieht, veranschaulichen Fig. 20 und 21 Taf. III, welche Abuta rufescens entnommen sind.

Allgemein ist zu constatiren, dass die secundären, tertiären etc. Gefässbündelringe an der Aussenseite ihrer Siebtheile keine sichel-

förmigen Gruppen von Sklerenchymfasern besitzen, sondern nach aussen abgeschlossen sind durch eine mehrschichtige Zone von polygonalen ungefähr isodiametrischen Steinzellen, welche auch die Furchen zwischen den Siebtheilen, also die äusseren Enden der die einzelnen Bündel trennenden Markstrahlen einnehmen. Fig. 20 Taf. III zeigt im Querschnitt die erste Anlage eines Bündels des dritten Gefässbündelringes des Stammes sowie die äussere Parthie des in gleicher Weise gebildeten zweiten Ringes, welcher auf den primären Gefässbündelring zunächst folgte. Alle folgenden entstehen genau in derselben Weise.

Die innerste zartwandige und stärkereiche Rindenparenchymzone theilt sich durch tangentiale Wände und wird zu einem mehrschichtigen meristematischen Parenchym. Etwa in der Mitte desselben wird nun zunächst der Steinzellenring, der die einzelnen Gefässbündelringe aussen bedeckt, angelegt (Fig. 20 sk[1]), indem eine Zelllage ihre polygonalen Zellen stark verdickt unter Bildung von Tüpfelcanälen. An der Innenseite dieser Steinzellen nun theilen sich die zartwandigen Parenchymzellen weiter und constituiren ein Cambium, in welchem die einzelnen Gefässbündel durch weitere Theilungen an bestimmten Stellen und durch Streckung der cambialen Zellen unter gleitendem Wachsthum angelegt werden (cf. Radlkofer p. 200 ff.). In Fig. 20 ist gfb die erste Anlage eines Bündels. Es entstehen zunächst in dem ungefähr kreisförmigen Querschnitt des Cambiumstranges nach aussen Siebröhren und Geleitzellen, nach innen zu Fasertracheiden und Holzparenchym, dazwischen das Partialcambium des Bündels. Die Markstrahlen bilden und verdicken sich aus dem zwischen den einzelnen Gefässbündeln liegenden interfascicularen Meristem. Aus dieser Anlage wächst nun der fertige Gefässbündelring heran durch die Thätigkeit seiner Cambien. Der Steinzellenring wird durch Anlagerung neuer Elemente von aussen verstärkt und die ausserhalb desselben liegenden zartwandigen Parenchymzellen gehen in radialer Richtung neue Theilungen ein, um nach einer gewissen Zeit den folgenden Bündelring zu erzeugen.

Die primäre Rinde muss selbstverständlich durch Theilung in tangentialer Richtung mitwachsen. Aussen bildet sich Kork aus der subepidermalen Lage.

Fig. 21 Taf. III giebt den zu Fig. 20 gehörigen Längsschnitt. Wir sehen aussen die Korkschicht, die an dem untersuchten Stamm zum Theil noch die Reste der dickwandigen Epidermis mit ihren Haaren trägt, darunter das Rindenparenchym mit den gestreckten

sklerenchymatischen Elementen und dann die breite Zone zartwandigen Parenchyms, in dessen Mitte der Steinzellenring des dritten Gefässbündelringes soeben angelegt ist.

An der Innenseite dieses Ringes beginnen die Zellen mit der Bildung des Gefässbündelmeristems. Wie aus dem Längsschnitt zu ersehen, sind diese Zellen sehr kurz, müssen also bei der Cambiumbildung durch gleitendes Wachsthum eine bedeutende Verlängerung erfahren.

Das zartwandige Parenchym wird innen abgeschlossen durch das Sklerenchym des zweiten Ringes.

Bezüglich der Structur der secundären Gefässbündel ist zu bemerken, dass sie abgesehen von dem Steinzellenring im Wesentlichen dieselbe ist, wie die der primären Bündel. Als wichtiger Unterschied ist hervorzuheben, dass allgemein in den secundären Bündeln keine primären Gefässformen angelegt werden. Die Gefässe sind nicht weiter als in den primären Bündeln. Bemerkenswerth ist, dass in den secundären Bündeln zwischen dem Sklerenchym und den ältesten zerdrückten Elementen der Siebtheile zartwandiges Parenchym vorhanden ist, das dem zartwandigen Pericykelparenchym der primären Bündel entspricht.

Die Bildung der successiven Gefässbündelringe geschieht in der Peripherie des Stammes nicht überall gleichzeitig, sondern beginnt hier und dort und pflanzt sich seitlich weiter entweder auf den ganzen Umfang oder nur auf Ringstücke.

Zwischen den Steinzellenringen und den Holztheilen des nächst äusseren Bündelringes befindet sich eine mehrschichtige Zone von dünnwandigem Zwischenparenchym, welche bei der Anlage der Gefässbündel als innerste Parthie des Meristems unverändert bleibt und rechts und links von den Holztheilen in das Markstrahlparenchym übergeht. In Fig. 22 Taf. III, welche ein junges secundäres Gefässbündelchen von Botryopsis platyphylla Miers zur Darstellung bringt, bezeichnet zp dieses Zwischenparenchym, sk die Steinzellenringe.

Ueberhaupt verdient hervorgehoben zu werden, dass im Vergleich zu den Holzstämmen anderer Gewächse bei den Menispermaceenlianen verhältnissmässig viel dünnwandiges Gewebe zwischen den festen Elementen auftritt. Die Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit des Stammes wird dadurch entschieden etwas erhöht, wird aber vor Allem begünstigt durch die Zusammensetzung des Holzkörpers aus einzelnen Holzsträngen, da auch die secundären Bündelringe nach dem Aristolochia-Typus gebaut sind.

Soweit ich mich überzeugen konnte, sind die anatomischen Verhältnisse, speciell die Art des Dickenwachsthums bei den einzelnen Vertretern mit successiven Zuwachsringen im Wesentlichen übereinstimmend. Unterschiede erstrecken sich auf die Breite der successiven Zonen, stärkere oder schwächere Ausbildung des Sklerenchyms, Breite der Markstrahlen, Sklerose der Rinde, Dicke der letzteren u. s. w.

Auf Längsschnitten ist zu constatiren, dass die secundär gebildeten Bündel öfters schräge Anastomosen in tangentialer Richtung eingehen, während dagegen in radialer Richtung die Verbindungen sehr selten zu sein scheinen. Die Anastomosen in radialer Richtung vollziehen sich dort, wo auf dem Querschnitt (vergl. z. B. Fig. 14 Taf. II) ein Gefässbündelringstück in seinem tangentialen Verlauf sich auskeilt und kappenartig überdeckt wird. Die primären Bündel dagegen sind in der ganzen Länge der Internodien getrennt.

Die Gefässweite ist bei den Menispermaceen keine sehr bedeutende im Vergleich zu anderen Lianen, doch sind die Gefässe ziemlich dicht vertheilt in den schmalen Holzsträngen. Im Mittel messen die weiten Gefässe der abgebildeten Stämme 0,15—0,20 mm.

Die successiven Gefässbündelringe sind nicht ohne weiteres in Beziehung zu bringen mit Vegetationsperioden. Genaue Angaben fehlen über die Zeit, die ein Ring zu seiner Vollendung gebraucht. Bei Cocculus laurifolius tritt nach Radlkofer (p. 198) die Anomalie an 2- oder 3jährigen, nach Hérail (p. 229) an 3- oder 4jährigen Zweigen auf. Bei dem Mangel an Jahresringbildung im Holz konnte ich an den tropischen dickstämmigen Lianen keine diesbezüglichen Beobachtungen anstellen.

§ 15.
Capparidaceae.

Nur aus den Gattungen Capparis, Ritchiea und Roydsia sind einige zum Theil nur unvollkommen kletternde Formen bekannt geworden.

Capparis lineata Domb. fand ich bei Rio als halbkletternden Strauch. Das Dickenwachsthum des Stammes ist normal. Im Umkreis des grossen Markes entwickelt sich zunächst das axiale Holz, das aber nicht sehr scharf gegen das mit weiten Gefässen versehene periaxiale abgesetzt erscheint.

Charakteristisch sind die breiten Markstrahlen. Im axialen Holz einschichtig, werden die primären Markstrahlen im periaxialen mehr-

schichtig, nach aussen breiter, ebenso die secundär entstehenden, so dass der Holzkörper auf dem Querschnitt in lauter schmale Segmente zerlegt wird. Die breiten Markstrahlen durchziehen den Stamm auf grössere Entfernung der Länge nach, ehe sie sich auskeilen. Das Holz nähert sich somit etwas dem Aristolochia-Typus.

Als Grundmasse des Holzes treten regelmässig radial gereihte Holzfasern mit einfacher Tüpfelung, die für die Familie constant sind, auf; jeder radiale Holzstreifen führt in seiner Mitte eine Reihe von Gefässen. Die Structur entfernt sich kaum von dem gewöhnlichen Verhalten holziger Stämme.

Ebenfalls normal ist ein 2 cm dicker Stamm von Capparis tylophylla, eine Liane, von Schimper aus Buitenzorg mitgebracht.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass unter den Capparideen, die der Mehrzahl nach normal sich verdicken, verschiedene Gattungen, die mit Ausnahme von Roydsia nicht als kletternd angegeben werden, dennoch anomale Structuren aufweisen (vgl. Solereder p. 62), so bei Arten von Maerua nach De Bary (p. 606), bei Maerua oblongifolia, Roydsia, Forchhammeria nach Radlkofer und nach Krüger (p. 21) auch bei Cadaba glandulosa Forsk. Diese Gattungen zeichnen sich aus durch successive Bildung von Gefässbündelringen in der Rinde, und zwar sollen nach Radlkofer bei Forchhammeria, nach Krüger bei Cadaba die secundären Gefässbündel in der primären Rinde angelegt werden. Wir hätten also hier dasselbe Verhalten wie bei den Menispermaceen.

Es sind dies „Constructionsvariationen", für deren Auftreten wir keine Ursachen angeben können. Solche Beispiele lehren, dass man in der Deutung von Stammanomalien als Anpassungen, die erst infolge der kletternden Lebensweise hervorgerufen seien, sehr vorsichtig sein muss. Für manche Lianen mögen die Structuren so entstanden sein, andere dagegen haben indessen bereits vorhandene anomale Structuren nur beibehalten und nach bestimmten Richtungen zur Erhöhung der Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit weiter entwickelt.

§ 16.

Violaceae.

Kletternde und zwar windende Sträucher sind die wenigen tropisch amerikanischen Arten von Corynostylis und Anchietea. Anchietea salutaris St. Hil. ist eine der häufigsten Lianen Brasiliens. Sie besitzt normales Dickenwachsthum (stärkster Stamm meiner Sammlung

3½ cm Durchmesser haltend). Zunächst wird ein sehr schmaler, etwa ⅓ mm breiter Ring axialen englumigen Holzes gebildet, dann periaxiales Holz mit weiteren und engeren Gefässen und mit sehr typischen Fasertracheiden als Grundmasse neben eingesprengtem Holzparenchym. Neben den zahlreichen schmalen einschichtigen Markstrahlen treten im secundären Holz zahlreiche mehrschichtige breite auf, welche den Holzkörper in grösserer Länge continuirlich durchziehen. Dadurch wird derselbe, in schmale Platten zerlegt, torsionsfähiger, zeigt somit Annäherung an den Aristolochia-Typus.

Anomalien sind nicht aus der Familie bekannt.

§ 17.
Nepenthaceae.

Die meisten Arten von Nepenthes sind kletternde Halbsträucher mit kriechenden Rhizomen und aufrechten Klettersprossen. Der Bau der jungen Sprosse ist ein sehr eigenthümlicher, es treten nämlich ausser dem inneren, das Mark umgebenden Gefässbündelkreis auch zahlreiche peripherische, in der Rinde einen Ring bildende Bündelchen auf. Charakteristisch ist ferner das Auftreten der bekannten Spiralfaserzellen im Parenchym des Stammes, sowohl in Rinde als im Mark (Näheres bei De Bary p. 268 und Zacharias).

Die besondere Anordnung der Gefässbündel ist als Constructionsvariation aufzufassen, lässt keine Beziehung zur Lebensweise erkennen.

Das Dickenwachsthum vollzieht sich normal, indem der innere Gefässbündelring durch ein Cambium geschlossen wird. Der äussere Ring von Bündeln wird durch Peridermbildung unter der Schutzscheide als Borke abgeworfen. Bei Nep. Phyllamphora fand ich weite und enge Gefässe und als Grundmasse Fasertracheiden, die auch Solereder (p. 221) als charakteristisch für die Familie angiebt.

§ 18.
Ternstroemiaceae.

Actinidia polygama, Windestrauch aus Ostasien, bildet dicke normalwüchsige Stämme, deren Holz ziemlich fest gefügt ist. Die secundären Markstrahlen sind zum Theil breiter und mehrschichtig. Holz mit zahlreichen weiten und engen Gefässen, Fasertracheiden und Holzfasern.

Ausser dieser zu den Saraujeae gehörigen Gattung enthalten nur die Marcgravien noch kletternde Formen, speciell in der Gattung

Marcgravia des tropischen Amerika. Auch bei diesen ist das Dickenwachsthum normal. Im südbrasilischen Wald sind die Marcgravien sehr häufig als Wurzelkletterer anzutreffen, so in Sa. Catharina die Marcgravia Schimperiana Taubert n. sp., von der ich mehrere cm dicke Stämme sammelte. Die meisten derselben zeigen excentrisches Wachsthum (Fig. 23 Taf. III), das Mark liegt näher der Aussenseite des wurzelkletternden Stammes, also von der Stütze abgekehrt, eine Erscheinung, die auch bei holzigen Luftwurzeln baumwürgender Ficus-Arten auftritt. Die jungen Stengel sind abgeplattet, ihre äussere Seite springt infolge des excentrischen Wachsthums an älteren Stämmen häufig in Form von einer Längsleiste hervor, an deren Flanken die starken Adventivwurzeln entspringen.

Das Holz hat wenig Lianencharakter, breite Markstrahlen, zahlreiche Gefässe in kurzen Radialgruppen, den axialen Holzring nur schwach ausgeprägt. Als Grundmasse treten gefächerte Holzfasern auf.

§ 19.

Dilleniaceae.

Die Lianen dieser Familie gehören sämmtlich zu den windenden Klettersträuchern. Ein Theil derselben hat normales Dickenwachsthum der Stämme und zeichnet sich nur durch breite Markstrahlen aus. Hierher gehören Arten der Gattungen Davilla, Tetracera und Hibbertia. Es sind indessen zu wenig Formen bezüglich ihrer Stammstructur bis jetzt untersucht, um sagen zu können, dass keine Anomalien bei anderen Arten dieser Gattungen sich einstellen.

Die einzige Anomalie, die bislang aus der Familie bekannt geworden ist, besteht in nachträglicher Bildung successiver Gefässbündelkreise, welche zu einer menispermaceenähnlichen Structur führt. Mit Sicherheit constatirt ist dies Verhalten für Arten der Gattungen Doliocarpus und Pinzona, dürfte aber wahrscheinlich auch noch bei anderen Gattungen zu beobachten sein.

1. Typus: Dickenwachsthum normal.

Hierher gehören eine Anzahl von mir in Brasilien gesammelter Lianenstämme, die ausser einigen unbestimmbaren folgenden Arten zukommen:

Davilla rugosa Poir., bildet meist nur dünne Stämme, dickster Stamm 30 mm Durchmesser besitzend. Dieser Kletterstrauch ist ungemein häufig bei Rio, namentlich an offenen Stellen, wo er sich nur selten zu einer eigentlichen Liane entwickelt.

Tetracera oblongata DC., Liane bei Blumenau. Stamm von 20 mm Dicke.

Tetracera Breyniana Schlecht., Liane bei Pernambuco. Stamm von 26 mm Dicke, ferner von derselben Art ein Stamm 36×30 mm im elliptischen Querschnitt messend. (Fig. 20 Taf. III.)

Der dickste zum ersten Typus gehörige Stamm, von einer leider nicht bestimmbaren Art, wurde bei Blumenau gesammelt, er war sehr stark tordirt und mass 7×6 cm im Durchmesser.

Diese Stämme sind sehr übereinstimmend gebaut, wie bei vielen Dilleniaceen aussen bedeckt mit schuppig sich ablösendem, rothbraunem harten Periderm, an dem die Stämme im Wald schon äusserlich leicht als Dilleniaceen zu erkennen sind.

Die Stämme bieten alle im Querschnitt das Bild von Fig. 24 Taf. III, das den Stamm von Tetracera Breyniana Schlecht. zur Darstellung bringt. Der Holzkörper wird durchzogen von zahlreichen nach aussen breiter werdenden grossen Markstrahlen und erscheint dadurch auf dem Querschnitt zerlegt in lauter radiale schmale Holzkeile, die nun ihrerseits wieder von einer grösseren Zahl feinerer einschichtiger, mit blossem Auge kaum sichtbarer Markstrahlen gewöhnlicher Bildung durchzogen werden. In gleichem Maasse als der Stamm sich verdickt, werden in den Holzkeilen neue breite Markstrahlen angelegt. Fertigt man tangentiale Längsschnitte an, so bemerkt man, dass die breiten Markstrahlen zwar auf längere Strecken den Holzkörper durchziehen, aber nicht wie bei Aristolochia in regelmässiger Weise die ganzen Internodien. Die Stämme nähern sich aber dem Typus der letzteren in dem Verhalten der breiten Markstrahlen.

In diesen Strahlen bemerkt man hier und da dünne Verbindungsstränge tracheidaler Elemente zwischen den benachbarten Holzplatten. Die Markstrahlen sind etwas verdickt. Das Holz dieser Dilleniaceen ist relativ fest und hart, hat relativ geringe Torsionsfähigkeit, wenn auch dieselbe durch die breiten Markstrahlen erhöht erscheint, und steht somit im Vergleich zu andern Lianen auf einer niedern Stufe der Lianenstructur.

Was die einzelnen Elemente anbelangt, so ist zunächst hervorzuheben, dass im Holz als Grundmasse typische Fasertracheiden, wie auch Solereder (1. p. 47) für diese Familie angiebt, auftreten. Untermischt sind dieselben mit reichlichem Holzparenchym. Das axiale Holz ist nicht scharf abgesetzt. Die ersten secundären Gefässe sind klein und gehen allmählich über in die später gebildeten weiteren,

neben denen aber stets zerstreute enge Gefässe zu bemerken sind. Bedeutende Weite erreichen die Tüpfelgefässe nicht; bei Davilla rugosa messen die grössten ca. 0,25 mm Weite.

Im Weichbast treten zerstreute Bastfasern auf. Die primäre Rinde, in der sich später die Schuppenborke bildet, erscheint im Stengel nach innen abgegrenzt durch einen Ring isolirter Sklerenchymfasern, die zum Pericykel gehören und an die nach innen bis zu den ersten Siebelementen einige wenige Lagen Pericykelparenchym angrenzen. Auch in älteren Stämmen sind diese isolirten Fasern, weit auseinander gerückt, noch zu erkennen; die Peridermbildung greift also nicht auf den Pericykel, der hier keine Neubildungen erzeugt, über. Es bildet sich auch kein Steinzellenring an der Grenze des Pericykelparenchyms. Das Periderm besteht aus successiv gebildeten Blättern von dickwandigen Korkzellen; die Blätter trennen sich schuppenartig durch zwischengelagerte, leicht eine Spaltung erleidende Schichten dünnwandigen Korkes.

2. Typus: Wiederholte Gefässbündelbildung.

Diese Anomalie ist für die Dilleniaceen zuerst bekannt geworden durch Crüger, welcher sie für Doliocarpus Rolandri Gmel. (Bot. Ztg. 1850 p. 166), sowie für eine grosse unbestimmte Dilleniacee Trinidads, Bejuco de agua oder Wasserliane genannt, beschrieb. Seine Abbildungen (l. c. Taf. IV Fig. 9 und Fig. 14) von beiden sind unvollkommen.

Die letztere Liane dürfte vielleicht Pinzona calineoides Eichler vorstellen, von welcher im Berliner Museum ein als Bejuco de agua bezeichneter Stamm, von Sintenis auf Porto Rico gesammelt, vorhanden ist. Derselbe misst 10 cm Dicke, hat einen centralen Holzkörper von 1,5 cm Durchmesser und um denselben etwa 11—12 concentrische Ringzonen von Gefässbündeln, davon die äussersten noch schmal und zum Theil in der Anlage begriffen. Crüger (p. 179) hat bereits richtig beobachtet, dass die successiven Ringe in der unmittelbar ausserhalb der ersten Siebelemente befindlichen Schicht entstehen. Für Doliocarpus Rolandri giebt Crüger (l. c. Taf. IV Fig. 11) eigenthümliche, von ihm als Holzbündel bezeichnete Stränge im Mark an. Dieselben zeigen auf Querschnitten strahlenartig geordnete sehr dickwandige Zellen, die einige dünnwandige dunkelgefärbte Zellen in der Mitte umschliessen. Ich habe an meinem Material von Dilleniaceen nie solche Gebilde aufgefunden; es dürfte sich hier vielleicht um Secretschläuche handeln, die von einigen Sklerenchymlagen umscheidet werden.

Die Bildung der successiven Gefässbündelringe ist ferner für Doliocarpus Rolandri von Eichler (Flora brasil. Bd. XIII 1 p. 115) untersucht worden. Der Stamm wächst anfangs normal in die Dicke; erst ungefähr im vierten Jahre beginnt die Bildung successiver Ringe, nach Eichler in den äussersten Lagen des Bastes selbst. Diese äussersten Lagen sind nun weiter nichts als das Pericykelparenchym, das auch hier wie in so vielen Fällen den Heerd von Neubildungen vorstellt.

Ich fand Stämme von Doliocarpus Rolandri Gmel. bei Pernambuco; sie maassen 3 cm Dicke; das centrale Holz, 13 mm dick, hatte breite Markstrahlen, denselben Bau wie die stets einfachen Stämme des 1. Typus. Im Umkreis war ein geschlossener Gefässbündelring fertig gestellt, der darauf folgende dritte Ring in der Bildung begriffen (Fig. 25 Taf. III). Diese Ringe entsprechen keineswegs je einer Vegetationsperiode, es lässt sich aber mangels Jahresringbildung aus dem Querschnitt nicht sagen, wie lange die successiven Cambien zur Fertigstellung derselben gebrauchen. Die Anomalie tritt noch nicht im ersten Jahre auf.

Ferner gehört zu diesem Typus der dicke nicht bestimmbare Dilleniaceenstamm Nr. 231 meiner Lianensammlung, den ich bei Blumenau sammelte und den mir Herr Dr. F. Müller als zu Doliocarpus gehörig bezeichnete. (Fig. 28 Taf. III.) Er misst $6 \times 5^1/_2$ cm im Querschnitt. Die successiven Gefässbündelringe laufen in demselben zum Theil in einer Spirallinie um den normalen centralen Holzkörper, indem an einer Stelle der zweite Ring mit dem dritten in Communication getreten ist. Dieser Stamm zeichnet sich aus durch reichliche Entwicklung des Parenchyms zwischen den einzelnen Gefässbündeln, wodurch er schon in höherem Maasse die Beschaffenheit weichholziger Lianenstämme erlangt.

Die Bildung der secundären Bündel ist bei beiden Arten im Wesentlichen übereinstimmend.

Im jungen Stamme wird die primäre Rinde nach innen begrenzt von den Sklerenchymfasersträngen des Pericykels. Periderm bildet sich in den innern Schichten der primären Rinde. In älteren Stämmen finden wir die Pericykelsklerenchymfasern seitlich verbunden durch Steinzellen zu einer sehr unregelmässigen Ringzone; das Pericykelparenchym ist im jungen Stamm nur in wenigen Schichten vorhanden, vermehrt sich aber vor der Bildung der successiven Ringe und bildet ein unregelmässiges Gewebe von ungefähr isodiametrischen dünnwandigen Zellen mit zahlreichen eingesprengten Steinzellen.

Die Gefässbündelcambien entstehen stets ausserhalb der äussersten Siebelemente, indem die dünnwandigen Pericykelparenchymzellen in Theilung eintreten und sich zu Cambiumzellen verlängern. In dem Cambiumstrang werden nach innen zu die ersten Holzelemente (Fasertracheiden), nach aussen zu die ersten Siebröhren differenzirt und zwischen diesen das Reihencambium, das den weitern Zuwachs besorgt. Zwischen den äussersten Schichten der Siebtheile einer Gefässbündelzone und den Holztheilen der nächst jüngern Zone befinden sich einige Lagen Parenchym mit Steinzellen untermischt; es sind dies die jedesmal innersten Schichten des Pericykels, die bei der Entstehung der Gefässbündelcambien inmitten desselben übersprungen und als sog. Zwischengewebe eingeschlossen werden. Fig. 26 und 27 Taf. III bringen diese Verhältnisse für Doliocarpus Rolandri zur Anschauung. zp bezeichnet das Zwischengewebe, pc das Pericykelparenchym. In Fig. 27 ist ein in der Verdickung begriffenes Gefässbündel im Querschnitt dargestellt.

Auf Längsschnitten überzeugt man sich, dass die Gefässbündel, die durch breite Parenchymplatten getrennt sind, in tangentialer Richtung öfters in ihrem Längsverlauf unter spitzen Winkeln anastomosiren; dagegen findet in radialer Richtung nur selten eine Communication der Ringzonen statt.

Im Einzelnen herrscht dieselbe Structur der Elemente wie bei den übrigen Dilleniaceen. Für die secundären Ringe ist zu bemerken, dass in ihren Holztheilen keine primären Gefässformen auftreten. Im Mark treten starkwandige, langgestreckte, secretführende Schläuche in Menge eingestreut in dem Markparenchym auf. Solche Schläuche sind auch charakteristisch für Davilla, wo sie viel grösser und weiter sind als bei Doliocarpus und auch für die übrigen untersuchten Dilleniaceen.

§ 20.

Sterculiaceae.

Nur in der Gattung Büttneria treten Klettersträucher auf, in Südbrasilien als bestachelter Spreizklimmer die B. australis St. Hil. Ein dünner Stamm[1]) derselben, bei Blumenau gesammelt, zeigt normales Holz, dessen Grundmasse aus inhaltslosen Holzfasern sich zusammensetzt. Ebenso ist die ostindische B. pilosa Roxb. normal. Ein

---

[1]) Wie mir Fr. Müller mittheilt, erreicht der Stamm höchstens Fingerdicke und zeigt keine Anomalien.

14 × 8 mm dicker Stamm des Berliner Museums zeigte nur nach zwei Seiten hin flügelartig stärkeres Wachsthum des sehr porösen periaxialen Holzes, das sich scharf von dem schmalen, aus englumigen Elementen bestehenden axialen Holzring absetzte. Anomalien sind für die Büttnerien bislang nicht bekannt geworden.

§ 21.

Olacaceae.

Verschiedene Arten Ostindiens, wie Olax scandens Roxb., Cansjera Rheedii Gmelin, bilden sehr dicke Lianenstämme, die normales Wachsthum zu besitzen scheinen.

§ 22.

Icacinaceae.

Anomalien sind für die wenigen kletternden Formen bis jetzt noch nicht bekannt. Vielleicht gehören zu dieser Familie die Stämme zweier nicht näher bestimmbarer Arten einer Gattung, wovon ich die eine bei Rio, die andere bei Pernambuco auffand. Beide zeigen Securidaca ähnliche Structur, nämlich Bildung zahlreicher schmaler, secundärer Holzbastringe.

§ 23.

Phytocreneae.

Diese kleine tropisch gerontogäische, hauptsächlich im tropischen Asien einheimische Lianenfamilie hat in der Gattung Phytocrene ein sehr auffallendes anomales Dickenwachsthum der Stämme zur Ausprägung gebracht. Durch Mettenius (Beitr. z. Bot. p. 50 Taf VI), H. v. Mohl (Bot. Ztg. 1855 p. 875) und De Bary (p. 592 Fig. 227) sind die Hauptzüge des Stammbaues einer unbestimmten Phytocrene-Art bekannt geworden. Nach Solereder (p. 97) schliesst sich derselben Ph. bracteata Wall. und Ph. hirsuta Bl. an. Neuerdings hat sodann Robinson (Bot. Ztg. 1889) das Verhalten von Phytocrene macrophylla Bl. eingehender geschildert.

Die Stämme erzeugen zunächst beim Dickenwachsthum einen schmalen, die primären Gefässbündel verbindenden Ring von axialem Holz (Ringholz Robinson's). In dem sich scharf gegen letzteres abhebenden periaxialen Holz tritt sogleich bei seiner Anlegung eine den Bignonien ähnliche Furchenbildung auf, indem das Cambium

auf Längsstreifen in seiner holzbildenden Thätigkeit zurückbleibt, dafür aber nach aussen in den so entstehenden Furchen desto mehr Phloëm erzeugt. Das Cambium wird auf diese Weise in schmale Längsstreifen zerlegt. Die Zahl der einspringenden Bastplatten wechselt, beträgt bei Ph. macrophylla 5—17. Wie bei den Bignonien werden die einspringenden Bastplatten von breiten secundären Grenzmarkstrahlen eingefasst. In welcher Weise in denselben die infolge der ungleichen Thätigkeit der Furchencambien und Holzvorsprungcambien eintretende Spannung ausgeglichen wird, ob auch hier Spaltenbildung eintritt, bleibt noch zu untersuchen. Die Holzvorsprünge enthalten grosse Gefässe und Holzfasern, sind festgefügt und unterscheiden sich scharf von dem gefässarmen und parenchymreichen Holzstrahle, der von den Furchencambien nach innen abgeschieden wird. Ebenso sind die von letzteren erzeugten schmalen Bastplatten von anderer Structur wie die Phloëmmassen vor den Holzvorsprüngen. Später treten neben den primären Bastplatten in den Furchen auch secundäre auf, die an die Stufenbildung der Bignonienfurchen erinnern.

Aeltere Stämme bringen noch eine zweite Anomalie zum Vorschein, nämlich successiv auftretende Ringzonen von peripherischen Gefässbündeln. Das Cambium der ersten Zone geht theils aus dem Pericykelparenchym, theils aus dem Parenchym der äusseren und älteren Theile des Phloëms des Centralkörpers hervor; für die folgenden Ringe lässt sich die Herkunft der Cambien nicht mehr genau feststellen.

Im Uebrigen sei auf die Arbeit Robinson's und seine Fig. 1 Taf. X verwiesen.

Von den übrigen Phytocreneen sind durch Robinson (Ann. d. Buitenzorg VIII) die Stammstructuren von Jodes tomentella und J. ovalis, Natsiatum herpeticum und Pyrenacantha scandens bekannt geworden.

Bei allen diesen tritt in dem von dem axialen Holzring scharf sich abhebenden periaxialen Holz die Furchenbildung in der einen oder andern Form auf, so dass wir dieselbe als einen wichtigen anatomischen Charakter der Phytocreneen auffassen dürfen.

Bei Jodes tomentella, J. ovalis, Natsiatum entwickelt sich das Holz bilateral, indem auf seiner Breitseite nur zwei gegenüberstehende breite Furchen auftreten. Bei Pyrenacantha erscheinen dagegen fünf Furchen in ähnlicher Weise wie bei Phytocrene.

Jodes tomentella, nicht aber J. ovalis, zeichnet sich ferner noch durch eine Besonderheit aus, die an das Verhalten von Tecoma radicans erinnert. Schon in jungen Stengeln wird das Mark verdrängt durch

zwei gegenüberliegende, den Schmalseiten des Stammes zugewandte, mit besonderen Cambien in die Dicke wachsende breite Streifen von innerem Weichbast. Die Cambien erzeugen nach aussen hin nur einige wenige zerstreute Tracheiden. In dem dicksten von Robinson untersuchten, 1,2 cm messenden Stamm war durch die Entwicklung des Weichbastes das Ringholz an drei Stellen gesprengt. Ob hierdurch neue Anomalien eingeleitet werden, bleibt dahingestellt. In den Knoten des Stammes öffnet sich das Ringholz zum Austritt der Blattspuren an zwei Seiten, und durch diese Oeffnungen biegen die vier Enden des Aussencambiums nach innen ein und vereinigen sich mit den inneren Weichbastcambien, woraus sich auch die inverse Lage der Producte derselben erklärt. Robinson führt die merkwürdige Erscheinung, dass bei Jodes ovalis der innere Weichbast fehlt, auf die Thatsache zurück, dass in den Oeffnungen der Blattspuren im Knoten hier nicht wie bei der ersteren Art dünnwandiges Parenchym vorhanden ist, sondern dickwandige, nicht mehr theilungsfähige Zellen, die frühzeitig differenzirt werden und das Fortschreiten des äusseren Cambiums nach innen verhindern.

Sarcostigma Kleinii endlich soll nach Solereder (p. 97) ähnlich wie Strychnos interxyläre Weichbastinseln aufweisen.

Es treten somit sehr verschiedenartige Anomalien in der Familie auf. Phytocrene bezeichnet die vollkommenste Stufe, ihre Stämme besitzen eine hochentwickelte Lianenstructur. Der interxyläre Weichbast von Sarcostigma steht dagegen vielleicht in gar keiner Beziehung zu der kletternden Lebensweise, und der innere Weichbast von Jodes tomentella könnte nur dann Bedeutung gewinnen, wenn infolge seiner Entwicklung eine Zerklüftung des Holzes herbeigeführt wird.

§ 24.

Sapindaceae.

Die Sapindaceen repräsentiren zusammen mit den Malpighiaceen, Leguminosen und Bignoniaceen die wichtigsten Lianenfamilien des tropischen Amerika und nehmen in Bezug auf Eigenartigkeit und Vielseitigkeit der Stammanomalien die erste Stelle unter allen ein. Wenn wir absehen von einigen als halbkletternd angegebenen Sträuchern der zur Tribus Sapindeae gehörigen Gattung Sapindus, so enthält nur die Tribus der Paullinieae in der Abgrenzung Radlkofer's[1]) Lianen. Von den 11 Gattungen derselben besitzen Ser-

[1]) Radlkofer, Gliederung der Sapindaceen. Sitzgsber. math.-phys. Classe der Akademie zu München 1890 p. 281.

jania, Paullinia, Urvillea, Cardiospermum, Thinouia hochentwickelte Ranker mit uhrfederartigen Ranken axiler Natur. Cardiospermum können wir hier ausser Betracht lassen, da diese Gattung nur krautige dünnstengelige Kletterer ohne Anomalie enthält.

Nicht alle kletternden Arten der 4 übrig bleibenden Gattungen sind durch Anomalie der Stämme ausgezeichnet. Ueber die Hälfte der Arten von Serjania und ein grösserer Theil von Paullinia entwickeln normale cylindrische Holzkörper.

Die bei den übrigen Formen auftretenden Abweichungen, sei es des Dickenwachsthums, sei es der primären Anordnung der Gefässbündel, sind schon häufig Gegenstand von Untersuchungen gewesen, am eingehendsten aber zugleich bezüglich ihrer Vertheilung auf die systematischen Sippen und als Beispiel für die Verwerthung der anatomischen Methode für die Systematik von dem gründlichen Monographen der Familie, Prof. Radlkofer in verschiedenen Schriften (s. Lit.verz.) dargestellt worden, in dessen Ergänzungen zur Monographie von Serjania, wie auch zum Theil in De Bary's Vergl. Anat. die ältere reichhaltige Literatur zusammengestellt ist. Ich verdanke der Freundlichkeit des Herrn Prof. Radlkofer die Bestimmung meines reichhaltigen Materials aus Brasilien. Die nachfolgende Darstellung und die beigegebenen Abbildungen mögen als Ergänzungen zu den früheren Arbeiten dienen.

Mit Radlkofer (Erg. p. 2) unterscheiden wir folgende Typen von Anomalien:

1) Gelappter Holzkörper (corpus lignosum lobatum). Bei einigen Arten von Serjania und Urvillea.
2) Getheilter Holzkörper (c. l. divisum). Bei einigen Arten von Serjania.
3) Zusammengesetzter Holzkörper (c. l. compositum). Bei vielen Arten von Serjania, weniger häufig bei Paullinia.
4) Umstrickter Holzkörper (c. l. circumseptum). Charakteristisch für die Gattung Thinouia. Ausserdem bei gewissen Paullinien und in Verbindung mit Typus 2 und 3 bei vielen Serjanien.
5) Zerklüfteter Holzkörper (c. l. fissum). Bei Urvillea, ferner bei Serjania piscatoria entweder allein oder auch in Verbindung mit Typus 3 je nach den Langtrieben. Der zerklüftete Holzkörper combinirt sich in älteren Stämmen mit Typus 4.

Der gelappte Holzkörper kann schon bei der primären Anordnung der Gefässbündel vorgebildet sein, indem der Gefässbündelring bogenförmige Vorwölbungen erhält. Werden die Gefässbündel bei

ihrer Anlage in solche Ausbuchtungen des Gefässbündelringes noch weiter nach aussen vorgeschoben, so kommt schliesslich eine Abschnürung der Ausbuchtung zu Stande. Beim getheilten Holzkörper wird auf diese Weise der ganze primäre Gefässbündelring in eine Anzahl regelmässig im Kreis stehender kleinerer Ringe zerlegt, die ein jeder für sich mit kreisförmigem Cambium in die Dicke wachsen. Beim zusammengesetzten Holzkörper dagegen bleibt der Hauptring erhalten, es erscheinen von ihm peripherische Ringe in wechselnder oder bestimmter Zahl gleichsam abgeschnürt. Hauptring und peripherische Ringe wachsen allseitig mit gesondertem Cambium in die Dicke.

Der getheilte und zusammengesetzte Holzkörper findet sich ausschliesslich bei Sapindaceen und bezeichnet eine hochentwickelte Lianenstructur, weil die zweckmässige Kabelform des Stammes schon bei der Gewebedifferenzirung angelegt wird.

Der umstrickte und der zerklüftete Holzkörper stellen Anomalien dar, die erst im Laufe des secundären Dickenwachsthums sich einstellen. Der umstrickte Holzkörper kommt zu Stande durch nachträgliche Bildung secundärer Holzbastkörper oder Zonen in der Rinde, bei den einzelnen Arten in verschiedener Form. Bei Thinouia und gewissen Paullinien entstehen die secundären Bildungen im Pericykel. In den Fällen, wo sie sich mit Typus 2 und 3 combiniren, gehen sie hervor aus Cambien, die in dem alten Phloëmparenchym ihren Ursprung nehmen. Der zerklüftete Holzkörper endlich kommt in ganz ähnlicher Weise zu Stande wie bei Bauhinien, Malpighiaceen etc. durch nachträgliche Dilatation der lebendigen Elemente des Holzes und des Markes.

Es ist eine bemerkenswerthe Erscheinung, dass innerhalb so enger Verwandtschaftskreise ganz verschiedene Typen des Dickenwachsthums auftreten und sich mit einander combiniren können. Die verschiedenen Typen führen sämmtlich zu wohlentwickelten Kabelstructuren der Stämme, die auf diese Weise, trotzdem die einzelnen Holzkörper hier relativ fest gebaut sind, die Stämme biegsam und torsionsfähig machen. In höherem Maasse als in anderen Lianenfamilien findet bei manchen Sapindaceen eine auffallende Variation der Querschnittsformen der Stämme statt, je nach dem frühern oder spätern Eintritt nachträglicher Neubildungen, worauf im Einzelnen noch hingewiesen wird. Besonders variabel sind die Stämme von Serjania piscatoria meines Materials, so dass ich dieselben, bevor ich die Bestimmungen von

Herrn Prof. Radlkofer erhielt, zu mehreren verschiedenen Arten zugehörig hielt.

Die Anomalien treten nur in den Langtrieben auf, nicht aber in den vergänglichen Inflorescenzaxen und Ranken. Die letzteren erzeugen, wenn sie sich verdicken, ein englumiges festes, an trachealen Elementen sehr armes Holz.

Ueberall erscheinen als Grundmasse im Holz typische einfach getüpfelte Holzfasern.

Im Nachfolgenden seien die mir zur Untersuchung zur Verfügung stehenden Stämme nach Gattungen und innerhalb derselben nach den verschiedenen Typen zusammengestellt.

1. Thinouia (Fig. 29—34 Taf. III).

Radlkofer (Erg. p. 19) hat für diese Gattung zuerst das Auftreten des umstrickten Holzkörpers bei mehreren Arten, nämlich Th. ventricosa Radlk., Th. mucronata Radlk. und an einem wahrscheinlich zu Th. scandens Tr. et Pl. gehörigen Stamme nachgewiesen und (Erg. Taf. II Fig. 14 u. 15) Stämme der beiden letzten Arten abgebildet. Wahrscheinlich kommt diese Anomalie allen Arten der Gattung zu, in welchen sonstige Abweichungen bis jetzt noch nicht nachgewiesen sind. Obwohl die peripherischen Stränge infolge ihres allseitigen Wachsthums später zu einer ganz ähnlichen Structur wie bei den Serjanien mit zusammengesetzten Holzkörpern führen, so sind sie in ihrer Entwicklungsgeschichte durchaus verschieden von den peripherischen Strängen der letzteren.

Mein Material umfasst eine grosse Anzahl verschiedenartiger Stämme, die zu Thinouia mucronata Radlk. (bei Rio und Blumenau gesammelt) und zu Th. scandens Tr. et Pl. forma 1 genuina Radlk. und forma 4 areolata Radlk. (bei Rio und in der Serra dos Orgãos gesammelt) gehören.

Beide Arten verhalten sich ganz übereinstimmend, ihre Stämme sind auch äusserlich sehr ähnlich. Bei ersterer Art ist das Periderm rothbräunlich gefärbt und die Lenticellen treten kaum hervor, während Th. scandens zahlreiche grosse quergestreckte wulstige Lenticellen besitzt.

Fig. 29 a—d Taf. III stellt bei Rio gesammelte Stämme der Thinouia mucronata Radlk. vor. Aus den Figuren ist zu ersehen, dass der normale Holzkörper erst einige Jahre normal in die Dicke wächst, dass die Bildung der peripherischen Holzkörper in verschiedenem Alter derselben eintritt und dass dieselben in ver-

schiedener Weise im Verhältniss zum centralen Holzkörper sich verdicken, Unterschiede, die bei allen Lianen mit secundären Neubildungen von Holzbaststrängen wiederkehren. Der 1,5 cm dicke Stamm der Fig. a ist noch ganz normal, er dürfte ca. 3 Jahre alt sein, während in dem Stamm der Fig. b mit nur 12 mm dickem centralen Holzkörper bereits 6 kleine peripherische Stränge zum Vorschein gekommen sind. In dem Stamm der Fig. c müssen die secundären Stränge noch viel später sich eingestellt haben, wenn auch zu berücksichtigen ist, dass nach Auftreten derselben der centrale Holzkörper wenigstens noch eine Zeit lang weiter wächst, bevor er sein Wachsthum ganz einstellt. Fig. d besitzt bei geringem Durchmesser des normalen Holzkörpers eine grössere Anzahl schon ansehnlicher peripherischer Stränge.

Die lezteren verlaufen als aussen sichtbare wulstförmige Rippen ohne bestimmte Regelmässigkeit und in wechselnder Zahl, schief oder gerade, längere oder kürzere Strecken isolirt und dann in schiefen Winkeln mit benachbarten Strängen anastomosirend. Vereinigungen mit dem centralen Holz finden nicht statt. Nur wo die Holzkörper von Seitenzweigen abgehen, können Anastomosen mit diesen eintreten. Der centrale Holzkörper wächst bis zu einem gewissen nach Stämmen und Individuen verschiedenen Durchmesser in normaler Weise heran, um dann sein Wachsthum einzustellen. Das Holz, von weisser Farbe, ist dicht und fest gefügt. Es wechseln in ihm concentrische Zonen von weitern und engern Gefässen ab, die an Jahresringe erinnern. Die weitesten Gefässe messen 0,15—0,20 mm Durchmesser. Die Grundmasse des Holzes bilden starkwandige stärkeführende gefächerte Holzfasern. Holzparenchym findet sich nur in der Umgebung der Gefässe.

Die secundären peripherischen Stränge entstehen alle in gleicher Weise aus dem Pericykelparenchym. Ein junger 5 mm starker Trieb zeigte aussen etwas subepidermalen Kork, der auch späterhin nur in dünner Schicht ausgebildet erscheint. Darunter folgt das primäre Rindenparenchym, bestehend aus Collenchym und innen aus wenigen zartwandigen Schichten. Scharf abgesetzt folgt auf die innerste Rindenparenchymschicht (das Phloeoterma) eine Zone von Sklerenchymfasern, welche aus zahlreichen 7—8 schichtigen, die Siebtheile überdeckenden und mit den Spitzen zusammenstossenden Bogen sich zusammensetzt. Innerhalb dieser Faserschicht, die als Pericykelsklerenchym im Sinne Morot's aufzufassen, also zum Centralcylinder zu rechnen ist, liegen nun bis zu den äussersten obliterirten Siebröhren

reichend und genau dem Innencontour des Sklerenchymrings folgend 1—3 Lagen von zartwandigem Pericykelparenchym.

In ältern Stämmen treffen wir dieselbe Anordnung mit einigen Veränderungen. Aussen Kork und Phelloderm, eine schmale parenchymatische Aussenrinde, darunter ein Sklerenchymring, aus unregelmässig gestellten Steinzellen bestehend, die zwischen die im Verlauf des Dickenwachsthums auseinander gesprengten Stücke der Faserbogen beständig von dem benachbarten Parenchym aus eingeschoben werden, um den Ring wieder zu schliessen, wobei die bogenförmige Anordnung verloren geht. Unter diesem gemischten Sklerenchymring, welcher nach Radlkofer (Glied. der Sapind. p. 320) für die ganze Familie charakteristisch ist, folgt nun das Pericykelparenchym, das dem Dickenwachsthum durch Theilung in tangentialer Richtung folgt, nach innen übrigens nicht scharf von dem secundären, aus den Markstrahlen und Phloëmparenchym hervorgehenden Parenchym zu trennen ist.

Die Bildung der peripherischen Stränge geschieht nun in der Weise, dass an einzelnen Stellen des Umfanges dieses Pericykelparenchym in meristematischen Zustand tritt und einen Procambiumstrang erzeugt. Die secundären Stränge zeigen hier eine Eigenthümlichkeit, die sie von allen gleichnamigen Bildungen bei andern Lianen (z. B. Fragariopsis und Dalechampia unter den Euphorbiaceen) unterscheidet. Sie wachsen nämlich allseitig in die Dicke, gerade so wie der centrale Holzkörper, und umgeben sich auch allseitig mit Phloëm, allerdings vorwiegend nach der Aussenseite, während die Innenseite im Wachsthum zurückbleibt. Zunächst geht aus dem Procambiumstrang eine schmale seitlich begrenzte Schicht von Stärke und Krystalldrusen führendem Holzparenchym hervor, welche Schicht ringsum mit einem Cambium versehen wird, das bald in normaler Weise nach aussen Siebröhren, nach innen an das markähnliche Holzparenchym hier und da ein englumiges Gefäss und stärkeerfüllte dickwandige, wohl meist gefächerte Holzfasern mit eingesprengtem Holzparenchym und Markstrahlen abscheidet; Ring- oder Spiralgefässe werden nicht gebildet. Fig. 33, Taf. III stellt bei $6^1/_2$facher Vergrösserung das Aussehen eines grösseren und kleineren secundären Stranges dar von einem 4 cm dicken Stamme von Thinouia scandens Tr. et Pl., die sich genau ebenso wie Th. mucronata verhält. Der Innenseite etwas genähert, sieht man in der Mediane den queren Streifen des Holzparenchyms, das in den secundären Strängen die Rolle eines Markes übernimmt, alle Markstrahlen laufen bogenförmig oder gerade auf diese

Streifen zu. Ringsum ist eine schmale Zone von Phloëm mit Steinzellen und Fasergruppen ausgebildet. Diese Zone verbindet sich innen mit der Phloëmzone des centralen Holzkörpers. Zugleich sieht man aussen in dem Pericykelparenchym die Anlagen von neuen peripherischen, diesmal breiteren Strängen, die sich bereits mit schmalen Siebröhrenzonen umgeben haben.

In welcher Weise die peripherischen Stränge sich weiterhin verdicken und vermehren, zeigt uns sehr anschaulich der in Fig. 30 Taf. III abgebildete, 14 × 19 cm dicke, mächtige, bei Blumenau gesammelte Lianenstamm von Thinouia mucronata Radlk. Es ist dies einer der stattlichsten Lianenstämme, die ich überhaupt in den brasilischen Wäldern antraf. Dieses Exemplar war an einem riesigen Waldbaume emporgestiegen, die untere dickstämmige Parthie war zum Theil herabgerutscht und verzweigte sich in mehrere schräg aufsteigende, bis in die Krone reichende dicke Langtriebe. Fig. 30a stellt einen jungen Ast dar. Aus dem Vergleich desselben mit dem alten Stamm ergiebt sich, dass der centrale Holzkörper bereits sein Dickenwachsthum eingestellt hat. Die Anlegung der secundären Stränge in dem dicken Stamm ist vorwiegend nach 5 Richtungen hin erfolgt im Anschluss an 5 stärker ausgebildete peripherische Stränge, zwischen denen das Wachsthum zurücktritt und somit tiefe Furchen entstanden sind. Die neuen Stränge legen sich in nach aussen breiter werdenden Zonenstücken an und stellen successive, nachdem sie eine gewisse Dicke erreicht haben, ihr Wachsthum ein. Alle sind aus dem Pericykelparenchym hervorgegangen. Fast jeder Querschnitt durch den Stamm zeigt ein etwas anderes Bild, indem die Anlegung und Weiterentwicklung der neuen Stränge bald hier bald dort gefördert wird oder zurückbleibt. Von den Hauptfurchen aus zieht sich an einzelnen Stellen im Umkreis des centralen Holzkörpers das Periderm eine Strecke weit in die Phloëmzone hinein. Hier scheinen infolge von Torsionen die peripherischen Holzmassen von dem centralen Holzkörper sich etwas abgelöst zu haben, ohne indessen zu einer wirklichen Längsspaltung, wie sie zuweilen bei Malpighiaceen vorkommt, zu führen. Der abgebildete dicke Stamm zeigt in hervorragendem Maasse Kabelstructur. Man zählt nicht weniger als ca. 150 grössere und kleinere, durch weiches Gewebe getrennte Holzstränge.

Von Thinouia scandens Tr. et Pl. habe ich bei Rio und in der Serra dos Orgãos mehrere Stämme gesammelt, welche in Bezug auf die Grösse der peripherischen Stränge verschiedenes Aussehen darbieten. Die dicksten derselben sind in Fig. 31, 32 und 34 Taf. III

abgebildet. Fig. 31 und 32 gehören der forma 1 genuina Radlk., Fig. 34 der forma 4 areolata Radlk. an. Der letztere Stamm ist ausgezeichnet durch die stattliche Entwicklung des centralen Holzkörpers und das späte Auftreten der peripherischen. Die Stämme von Th. scandens wechseln oft in Entfernungen von wenigen cm an ein und demselben Stamm das Querschnittsbild, indem die peripherischen Stränge bald gleichmässig allseitig gewöhnlich nach 5 Richtungen hin angelagert werden, bald nur einzelne Seiten bevorzugen und dadurch excentrischen Bau bewirken.

2. Serjania.

1. Normale Stämme.

Mehr als die Hälfte der zahlreichen Arten von Serjania besitzt nach Radlkofer's Bestimmungstabelle (Erg. p. 64) normales Dickenwachsthum, ein corpus lignosum simplex. Unter 155 Arten zählt er 89 Arten mit zusammengesetztem, 5 mit getheiltem Holzkörper auf, wozu noch die Formen mit gelapptem Holzkörper hinzukommen. Es ist nun eine sehr interessante Thatsache, dass die Arten mit einfachem Holz keineswegs ein und demselben Verwandtschaftskreis angehören, sondern dass sie sich auf die meisten der 12 von Radlkofer unterschiedenen Sectionen vertheilen. Zugleich neben Arten mit zusammengesetztem Holzkörper treten solche mit einfachem Holzkörper auf[1]) in der

Sectio 1. Platycoccus
2. Ceratococcus
4. Eucoccus
5. Pachycoccus

Sectio 6. Holcococcus
11. Physococcus
12. Syncoccus.

Die Sectio 3. Eurycoccus enthält neben einfachem Holzkörper auch den getheilten Holzkörper und nur die Sectio 10. Phacococcus besitzt in allen 6 Arten einfaches Holz, während die Sectionen 7. Dictyococcus, 8. Simococcus und 9. Oococcus nur Formen mit zusammengesetztem Holzkörper umfassen. Wir dürfen als sicher annehmen, dass die anomalen Structuren von der gewöhnlichen Anordnung der Gefässbündel ihren Ausgang genommen haben, und kommen somit zu dem Schlusse, dass innerhalb der grossen Gattung Serjania der zusammengesetzte Holzkörper mehrmals unabhängig zum Vorschein gekommen ist, nachdem schon eine Spaltung der Stammform nach verschiedenen Richtungen hin vor sich gegangen war. Von den Arten mit einfachem Holz be-

---

[1]) cf. Radlkofer, Erg. p. 64 ff.

sitze ich in meiner Sammlung nur einen 1 cm dicken Stamm der Serjania dentata Radlk., von Rio de Janeiro, mit sehr festem, hartem, cylindrischem Holz.

2. *Stämme mit gelapptem oder gefurchtem Holzkörper.*

Nach Radlkofer (Erg. p. 24 u. 66) finden wir einen mit 5 vorspringenden gerundeten Lappen versehenen Holzkörper bei einer Anzahl von Arten der dritten Sectio Eurycoccus. Schon im jungen Stamm wird die ungleiche Thätigkeit des Cambiums „durch die Stellung der Gefässbündel in nach aussen vorspringende Bögen sehr früh eingeleitet". Der gelappte Holzkörper repräsentirt eine Vorstufe der

3. *Stämme mit getheiltem Holzkörper* (Fig. 35 Taf. IV).

Zu dieser Gruppe gehören nach Radlkofer (Erg. p. 18 u. 67) nur 5 Arten der 3. Sectio Eurycoccus, nämlich S. deflexa Gardn., S. paleata Radlk., S. elegans Camb., S. corrugata Radlk. und S. paradoxa Radlk. Dieselben sind nahe verwandt mit den Serjanien der vorigen Gruppe. Radlkofer (Erg. p. 18) charakterisirt diesen Typus folgendermaassen: „Die Gefässbündel sind in 5 annähernd gleich grosse, das Mark umgebende und gegen dieses offene Ringe oder Falten geordnet, die mit ihren äusseren Theilen die 5 gleich grossen Rippen, in welche die Zweigoberfläche gegliedert ist, bilden, wenn nicht, wie bei Serj. paradoxa (Taf. IV Fig. 28 bei Radlkofer), durch Ausfüllung der spitzwinklig einspringenden Buchten oder Furchen zwischen den Rippen von Seiten des Rindengewebes diese Gliederung verdeckt wird und die Oberfläche des Zweiges cylindrisch gestaltet ist. Ein centraler Holzring oder Holzkörper ist nicht vorhanden. Die in $^2/_5$ Stellung befindlichen Blätter stehen mit der Mitte ihrer Basis je über einer solchen Zweigrippe, in welche der mittlere Blattspurstrang und die von den Achselproducten der Blätter kommenden Gefässbündel eintreten, während die seitlichen Blattspurstränge in Bögen unter der Rinde nach den benachbarten Rippen, welche von der Mitte höher stehender Blätter nach abwärts ziehen, sich wenden und in diese eintreten. Jede Rippe läuft durch 5 Internodien nach abwärts und endet über dem sechsten unteren Blatte, indem sie sich verflacht und ihre Gefässbündel theils an die benachbarten Rippen, theils an die unter diesen Blättern neu auftretenden Rippen abgiebt." Im Uebrigen verlaufen aber die peripherischen Holzkörper getrennt.

Zu diesem Typus gehören von meiner Sammlung die in Fig. 35 a, b, c Taf. IV abgebildeten verschiedenalterigen Stämme der Serjania elegans Camb. von Rio de Janeiro, wovon der dickste Stamm 3 × 2,5 cm misst. Fig. 35a stellt den Querschnitt durch ein junges, das Dicken-

wachsthum bereits beginnendes Stengelinternodium dar, orientirt uns über die Anlage der Anomalie und zeigt zugleich den Weg, auf welchem dieselbe sich von dem normalen Verhalten aus entwickelt hat. Unter der primären Rinde folgt der stark entwickelte Sklerenchymfaserring, welcher bereits zum Gefässbündelcylinder zu rechnen ist. Derselbe ist in 5 regelmässige abgerundete Rippen vorgezogen, in welchen 5 entsprechende Vorsprünge des primären Gefässbündelringes sich vorschieben. Zwischen Sklerenchym und Gefässbündelring, sowie in den tiefen Furchen seitlich zwischen den 5 Vorsprüngen des letzteren findet sich parenchymatisches Gewebe (Pericykelparenchym, p c p Fig. 35 a). Die rippenartigen Vorsprünge des primären Gefässbündelringes sind an ihrer Basis sehr stark eingeschnürt, indem das Pericykelparenchym im Grunde der Furchen eine grössere Entwicklung erfährt, und so steht das in der Mitte vorhandene Mark mit dem Mark der 5 peripherischen Vorsprünge nur durch je einen schmalen Isthmus in Verbindung.

Was nun den Gefässbündelring selbst anbelangt, so finden sich die primären Vasaltheile nur in den vorspringenden Rippen, in der Regel zu 3. Die Ringstücke, welche von einem Isthmus zum andern laufen (in Fig. 35 a), enthalten keine primären Vasalelemente, sondern heben sich vom Mark und Pericykelparenchym ab durch engeres Lumen der Zellen und führen eingestreute Siebröhren. In diesen verbindenden Ringstücken findet auch keine Cambiumthätigkeit statt. Auch ist in späteren Stadien (Fig. 35 b u. c) kaum mehr etwas von ihnen zu erkennen. Das Dickenwachsthum vollzieht sich in normaler Weise an den rippenartigen Vorsprüngen und man sieht in Fig. 35 a, wie bereits um dieselben eine schmale secundäre Siebzone (c r i b) bis zu dem Isthmus erzeugt ist und wie auch die primären Vasaltheile Zuwachs erhalten und seitlich erbreitert sind. Bei weiterem Dickenwachsthum stossen die Holzstränge zusammen und es wird an den peripherischen Strängen auch nach dem Centrum des Stammes zu Holz und Weichbast gebildet. Es bleiben aber hier, wie in Fig. 35 b u. c angedeutet, eine oder zwei Furchen erhalten, in welchen die Siebzone sich hineinziehend auskeilt und in der Mitte noch eine Verbindung zwischen den 5 peripherischen Markkörpern und dem centralen hergestellt bleibt. Da die 5 Stränge allseitig in die Dicke wachsen, so entfernen sie sich nach und nach von der Achse des Stammes nach aussen zu, das centrale Mark erleidet Dilatation und Vermehrung.

Mit gewissem Alter tritt nun bei Serjania elegans in der Mitte des Stammes, aus dem Markparenchym durch Theilung hervorgehend,

ein centraler Holzbaststrang auf. In dem Stamme Fig. 35b Taf. IV ist dieser neugebildete Strang noch klein, in Fig. 35c hat er schon bedeutende Verdickung erfahren. Es entsteht hier somit nachträglich eine Structur, welche ganz an das Verhalten der Stämme mit zusammengesetztem Holzkörper erinnert.

Auch Radlkofer (Erg. p. 19) hat bei den oben angeführten Arten nachträgliche Neubildung von Holzbastbündeln gefunden und giebt an, dass sie an der Zweigperipherie unter dem Sklerenchymringe sowohl als im Grundgewebe zwischen den partiellen Holzkörpern bald früher bald später auftreten können. An meinen Stämmen von Serj. elegans habe ich nur den einen centralen Strang als Neubildung bemerken können, vermuthe aber, dass in noch älteren Stämmen weitere Stränge in der Umgebung der 5 Holzkörper hinzukommen werden.

Die phylogenetische Entwicklung des getheilten Holzkörpers ist leicht zu verfolgen. Offenbar handelt es sich hier nur um eine Fortbildung des gelappten Holzkörpers zu einer typischen Kabelstructur.

4. Stämme mit zusammengesetztem Holzkörper (Fig. 36—50 Taf. IV).

Radlkofer (Erg. p. 5) charakterisirt den zusammengesetzten Holzkörper, welcher sich auch bei einer Anzahl Paullinia-Arten in ganz ähnlicher Weise wiederfindet, als eine Anomalie, „bei welcher auf dem Querschnitt des Stammes ausser einem centralen Holzkörper noch 1 oder mehrere, am häufigsten 3, oft aber 8 bis 10, in diesem Falle einen vollständigen Kranz um den centralen bildenden peripherischen Holzkörper (Holzringe) innerhalb eines gemeinschaftlichen, bastartigen Sklerenchymringes wahrzunehmen sind, jeder mit seinem besonderen Cambiumring und seinem besonderen Marke, das gewöhnlich von 2 oder mehreren Gefässbündeln mit abrollbaren Gefässen (Spiralgefässen) an der Markseite, sowie von zwischen den Gefässbündeln entwickelter Holzmasse umstellt ist; nur selten giebt 1 Gefässbündel Veranlassung zur Bildung eines Holzringes“.

Die peripherischen Holzkörper wachsen wie der centrale allseitig in die Dicke und sind wie diese von einer regelmässigen Weichbastzone umgeben. Nicht an allen Achsen und Internodien ein und derselben Pflanze treten die peripherischen Stränge auf, sie können, wie bereits Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 487) hervorhebt, fehlen an den ersten Internodien junger Stämme oder an den ersten Internodien der Zweige, ferner an den Ranken und den Blüthenzweigen. Nach Crüger kann ihre Bildung ferner an nichtrankenden Trieben unterbleiben; sie gelangen somit — und dies entspricht der Bedeutung der ganzen Anomalie — zur Ausbildung nur an den kletternden Langtrieben.

Auch Treviranus (Bot. Ztg. 1847 p. 394) bemerkt für die mit 3 peripherischen Bündeln versehene Paullinia pinnata, dass die Zweige an den Abgangsstellen einfachen Holzkörper besitzen, von dem sich dann bald die 3 peripherischen abzweigen, und das gleiche Verhalten beschreibt Jussieu (Monogr. des M. p. 111) für Serjania cuspidata Camb.

Im Einzelnen sind über das Auftreten der Anomalie in den verschiedenen Regionen der Sprosse noch genauere Untersuchungen anzustellen.

Der wichtigste Charakter des zusammengesetzten Holzkörpers ist, dass ebenso wie beim getheilten Holzkörper die Anomalie von Anfang an bei der Gewebedifferenzirung im Stammscheitel in der Anlage der Gefässbündel schon in die Erscheinung tritt. Alle anderen Lianenstämme mit peripherischen Strängen verdanken diese erst späteren Neubildungen, sei es in der Phloëmzone, oder im Pericykel oder in der primären Rinde.

Der zusammengesetzte Holzkörper lässt sich in keiner Weise auf den umstrickten Holzkörper zurückführen, sondern ist, wie sich aus den Untersuchungen von Naegeli und Radlkofer ergiebt, abzuleiten von solchen normalen Stämmen, deren primärer Gefässbündelring auf dem Querschnitt Ausbuchtungen zeigt, die nach aussen in Form von Rippen hervortreten und innen einen Fortsatz des Markes umgeben. Es lässt sich leicht vorstellen, dass diese Ausbuchtungen immer stärker hervortraten und schliesslich vom Hauptring gleichsam abgeschnürt wurden. In der That giebt es manche Serjanien und Paullinien mit kantigem jungen Stengel, in dem die primären Gefässbündel sehr ungleich weit vom Centrum entfernt stehen, aber später durch ein stark welliges einfaches Cambium alle mit einander verbunden werden, so dass der Holzkörper schliesslich normal in die Dicke wächst.[1]) Kann der Cambiumring die in ungleich grossen Abständen vom Centrum angelegten Stränge nicht alle vereinigen, so sind, wie Naegeli (Beitr. Heft IV p. 3) hervorhebt, zwei Fälle möglich. Entweder bleiben einige Stränge im Marke zurück und nur die äusseren werden durch den Cambiumring verbunden, wie es bei Phytolacca, Nyctaginaceen etc. statthat, oder aber der Cambiumring vereinigt die inneren Stränge und die äusseren werden ausgeschlossen. Nach Naegeli (p. 9, 12) ist also „die eigenthümliche Anordnung der Stränge die Ursache der besonderen Holzringe". Wo die Stränge derart hintereinander gestellt

[1]) cf. De Bary p. 599.

sind, dass ihre Vereinigung in dem nämlichen Ring unmöglich wird, entsteht ausserhalb des allgemeinen ein besonderer Ring.

Mit der Abschnürung der peripherischen Ringe wird eine typische Kabelstructur eingeleitet, die für den Lianenstamm von grösstem Vortheil ist, indem sie der mechanischen Inanspruchnahme am besten Rechnung trägt. Der Hauptring und die peripherischen Ringe sind, wie beispielsweise aus Fig. 45 Taf. IV, welche einen Querschnitt des jungen Stengels von Serjania clematidifolia Camb. mit 8 peripherischen Ringen vorstellt, zu ersehen, umschlossen von einem gemeinsamen, wellig verlaufenden Sklerenchymfaserring, skf, und eingebettet in Parenchym, pcp, welches als Pericykelparenchym [1]) aufzufassen ist und sammt dem Sklerenchymring zum Centralcylinder gehört. In jedem peripherischen Ringe werden die einzelnen Gefässbündelchen gleichmässig auf den Umfang vertheilt. Das nach innen zu gelegene muss somit beim Eintritt des Ringes in den Hauptring eine Drehung um 180° machen, um hier seine richtige Orientirung zu erlangen.

Das Mark des centralen Ringes besteht aus einem inneren grosszelligen, dünnwandigen Theile und aus einer peripherischen, die primären Vasaltheile innen umhüllenden Zone von dickwandigen, länger gestreckten und engeren Zellen. In den peripherischen Strängen ist nur Mark von letzterer Beschaffenheit anzutreffen, das grosszellige Mark des Centrums geht also nicht mit in die Abschnürung.

Die Vertheilung der Serjanien mit zusammengesetztem Holzkörper auf die einzelnen Sectionen nach Radlkofer ist bereits auf p. 87 angegeben. Je nach der Anzahl, der Stellung und dem Verlaufe der peripherischen Holzkörper sind eine Anzahl von Modificationen zu unterscheiden, die durch Uebergangsformen verbunden erscheinen. Unter diesen Modificationen treten nun, wie auch Radlkofer (Erg. p. 6) hervorhebt, 2 Haupttypen hervor, an die sich die anderen Formen anschliessen lassen; der erste Typus umfasst die Serjanien mit 3 peripherischen, gleichmässig im Umfang vertheilten und rippenartig nach aussen vorspringenden Holzkörpern; beim zweiten Typus dagegen finden wir im regelmässigen Falle 8 peripherische, den centralen Holzkörper gleichmässig umschliessende Holzkörper (vgl. Fig. 38a und Fig. 42a Taf. IV). Bezüglich des Verlaufes der peripherischen Stränge, der Zusammensetzung aus Blattspuren, ihres Verhältnisses zur Blattstellung, ihrer Modificationen und deren Vertheilung auf die 12 Sec-

[1]) Radlkofer (Erg. p. 15) hält es sammt dem Sklerenchymring für den innersten Theil der primären Rinde, welcher Ansicht ich nicht beistimmen kann.

tionen verweise ich auf die ausführliche Darstellung Radlkofer's (Erg. p. 6 u. ff.). Ich beschränke mich im Folgenden im Wesentlichen auf das Verhalten der von mir gesammelten Stämme beim Dickenwachsthum.

Zu dem ersten Typus mit 3 peripherischen Holzkörpern gehört die bei Rio auftretende Serjania lamprophylla Radlk. der Sectio IX Oococcus. (Nr. 492, 615, 623 meiner Sammlung.) Fig. 36 a, c Taf. IV stellt junge Stämme dar, Fig. 36 b den dicksten beobachteten. Diese Art zeigt den Haupttypus klar ausgeprägt. Die peripherischen Holzkörper ziehen sich durch die ganze Länge des Klettertriebes continuirlich hinab. Die Blätter stehen in $^1/_3$ Stellung in den Furchen zwischen ihnen und geben an den Knoten ihre beiden seitlichen Blattspurbündel zur Bildung der peripherischen Ringe an diese rechts und links ab, während der mittlere Hauptstrang wie die Gefässbündel der Achselproducte in den centralen Ring eintreten.

Ueber die Anordnung der Gewebe im jungen, bereits etwas verdickten, 7 mm messenden Stamm orientirt Fig. 36 c Taf. IV. sk bezeichnet den Sklerenchymring, der sich an die primäre Rinde pr anlagert, pcp das Pericykelparenchym, das die peripherischen Holzkörper vollständig umgiebt, crib die Weichbastzonen, m das aus weitlumigen, luftführenden dünnwandigen Zellen bestehende centrale Mark, welches von einer peripherischen Zone dickwandiger enger, stärkeführender Markzellen mp umschlossen wird. Gleiche Beschaffenheit wie letztere zeigt auch das Mark der peripherischen Holzkörper. Die primären Vasaltheile sind dunkel gehalten. Das Pericykelparenchym erfährt hier späterhin keine wesentliche Veränderung und scheint keinerlei Neubildungen den Ursprung zu leihen. Es scheint, dass überhaupt diese Art keine nachträglich im Umkreis der einzelnen Holzkörper entstehenden Holzbaststränge zur Entwicklung bringt, wie sie bei vielen anderen Serjanien mit zusammengesetzten Holzkörpern vorkommen, denn an dem alten Stamm Fig. 36, b Taf. IV war keine Spur davon zu erkennen. Sowohl im centralen, als auch in den peripherischen Holzkörpern erscheinen einzelne Markstrahlen breiter ausgebildet, wie in Fig. 36, b und c angedeutet ist.

Eine der häufigsten Lianen in den Wäldern um Rio ist die Serjania ichthyoctona Radlk. der Sectio IX Oococcus, ebenfalls mit regelmässig auftretenden 3 peripherischen Holzkörpern. Die Stämme dieser Art sind leicht kenntlich an den zahlreichen braunrothen Lenticellenwarzen, die die Oberfläche dicht bedecken. Das

Verhalten des jungen Stengels ist aus Radlkofer's Fig. 20 Taf. IV (Erg. z. Monogr. von Serjania) zu ersehen. Ich sammelte eine Anzahl verschieden alteriger Stämme, von denen die dicksten in Fig. 38, a und b, 39, a und b, 40 und 41 Taf. IV abgebildet sind. Serjania ichthyoctona zeichnet sich aus durch reichliches Auftreten secundärer Holzbaststränge im Umkreis der 4 primären Holzkörper. Je nach den Individuen und einzelnen Langtrieben tritt diese Neubildung früher oder später ein. Während in dem Stamme der Fig. 39, a die Stränge bereits in grosser Zahl vorhanden sind, zeigt der viel dickere und ältere Stamm der Fig. 38, a noch keine Stränge, und auch in dem alten Stamm der Fig. 40 sind die Stränge relativ noch nicht so entwickelt als in dem erstgenannten. Was den Entstehungsort der Stränge anbelangt, so bilden sie sich zunächst an der Aussengrenze der Siebzonen der 4 primären Holzkörper, indem das Parenchym wieder in meristematischen Zustand übergeht und Procambiumstränge erzeugt. In älteren Stämmen ist die primäre Grenze zwischen Pericykelparenchym und Cribralparenchym nicht mehr genau zu fixiren infolge der tangentialen Streckung und Theilung aller Parenchymzellen. Ich lasse es daher dahingestellt, ob das Pericykelparenchym den zunächst auftretenden Strängen den Ursprung verleiht, die späteren entstehen innerhalb der Zone der erstgebildeten und gehen ohne Zweifel aus Cribralparenchym hervor. Die einzelnen Stränge haben das Bestreben, sich allseitig mit einem Cambium zu umgeben, und werden so allmählich von einer Siebzone rings umgeben. Besonders complicirt erscheint der Bau des Stammes an den Abgangsstellen von Seitentrieben. So stellt Fig. 39, b Taf. IV den Querschnitt durch eine solche Stelle von demselben Stamme dar, welchem auch der Querschnitt Fig. 39, a einige cm unterhalb des Astabganges entnommen ist. Der Stamm ist an dieser Stelle kräftiger und dicker und besitzt zahlreiche secundäre Stränge, c bezeichnet den centralen Holzkörper, 1, 2, 3 die peripherischen Holzkörper des Muttersprosses und c^1 ist der Holzkörper des Tochtersprosses, welcher an seiner Abgangsstelle noch einfach ist, aber eine kleine Strecke aufwärts auch 3 peripherische Holzkörper abgiebt.

Nicht selten trifft man ältere Stämme von S. ichthyoctona an, deren Inneres durch Larvenfrass streckenweise ausgehöhlt ist. Solche Stellen sind schon äusserlich als Anschwellungen leicht zu erkennen, der Stamm geht aber dabei nicht leicht zu Grunde, sondern die unversehrt gebliebenen Stränge wachsen für sich weiter, können sich nachträglich spalten und grenzen sich nach dem inneren Hohlraum

durch Peridermbildung ab. Fig. 41 Taf. IV stellt den Querschnitt durch einen solchen innen ausgefressenen Stamm dar und zeigt, in welcher Weise die einzelnen Holzkörper mit ihren zugehörigen Sieb- und Rindentheilen nachträglich sich verändert haben. c_1, c_2 sind Stücke des centralen Holzkörpers, p_1, p_2, p_3 aus dem peripherischen durch Spaltung hervorgegangene, wie sich aus dem Verlaufe der Stränge nach oben in dem unversehrten Stamm ergab. Der Stamm maass oberhalb der ausgehöhlten Stelle ca. 5 cm Dicke und besass dort noch keine secundär neugebildeten Stränge, während an der verletzten Stelle bereits solche vorhanden sind.

Normaler Weise kommt bei Serj. ichthyoctona nachträgliche Zerklüftung der Holzkörper nicht vor, sie wird hier nur gelegentlich durch äussere Eingriffe hervorgerufen, während sie bei der weiter unten besprochenen Serj. piscatoria als autonome Wachsthumserscheinung sich zu erkennen giebt.

Auch der in Fig. 38 Taf. IV abgebildete, bei Rio gesammelte Stamm, welcher trotz seines Alters im unverletzten Theile noch keine secundären Stränge aufweist, war an einer Stelle im Innern etwas ausgefault, wahrscheinlich infolge von Larvenfrass. Einen Schnitt durch diese Stelle stellt Fig. 38 b dar; derselbe ist nur 4 cm unter dem Schnitte Fig. 38 a entnommen. Auch hier ist infolge der Verletzung die Spaltung der Holzkörper, vor Allem des centralen, veranlasst worden und es haben sich secundäre Stränge an einzelnen Stellen in den Siebzonen gebildet.

Ebenfalls zu dem ersten Haupttypus mit 3 peripherischen Holzkörpern gehört Serjania lethalis St. Hil. der Sectio IX Oococcus, von welcher ich Stämme bei Blumenau, in der Provinz Rio und Pernambuco sammelte. Der dickste derselben, aus der Serra dos Orgãos, misst 5,5 × 3,5 cm und zeichnet sich aus durch sehr regelmässige Verdickung der 4 mit breiter Rinde umgebenen Holzkörper. Es findet bei dieser Art, soweit sich aus meinem Material ergiebt, keine secundäre Neubildung von Holzbaststrängen in der Umgebung der primären Holzkörper statt. S. lethalis St. Hil. gehört zu den Arten des ersten Typus, bei welchen gelegentlich eine Vermehrung oder Verminderung der peripherischen Stränge stattfinden kann. So zeigte ein älterer Stamm von Blumenau statt 3 peripherischer Holzkörper deren nur 2, während an einem anderen Spross die Dreizahl vorherrschte. Ja es kann an ein und demselben Trieb dieser Wechsel eintreten, indem einer der peripherischen Holzkörper streckenweise vollständig in den centralen Holzkörper aufgenommen wird. Andererseits kann im Anschluss an

einen der 3 peripherischen Holzkörper noch ein vierter kleinerer hervortreten und eine Strecke lang isolirt verlaufen, um dann wieder mit ihm zu verschmelzen. Wir erhalten dann das Querschnittsbild der Fig. 37 Taf. IV.

Solche Vermehrung oder Verminderung der peripherischen Stränge kommt, wie Radlkofer hervorhebt, häufiger bei beiden Haupttypen vor.

Verminderung der 3 peripherischen auf 2 Holzkörper beobachtete ich ferner bei Serjania paucidentata DC. der Sectio IX Oococcus. Einen Stamm von ca. 4 × 2 cm Durchmesser dieser Art sammelte ich bei Pernambuco. Sie zeichnet sich aus durch Neubildung von kleinen Holzbaststrängen in der Umgebung der primären Holzkörper. An ein und demselben Spross waren bald 2 bald 3 peripherische Holzkörper vorhanden. Radlkofer (Erg. p. 122) beobachtete bei dieser Art an cultivirten Exemplaren des Pariser Gartens auch Zweige mit einfachem Holzkörper oder solche mit nur einem peripherischen Holzkörper, und ist geneigt, diese Abweichungen den Cultureinflüssen zuzuschreiben, unter denen die Pflanze nicht lianenartig, sondern zu einem buschigen Strauche sich entwickelt hatte. Auch Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 488) erwähnt, dass bei nichtrankenden Individuen die Bildung der peripherischen Stränge unterbleiben kann.

Im Anschluss an den ersten Haupttypus sind nun diejenigen Serjanien zu nennen, bei denen in der Regel nur 2 peripherische Holzkörper auftreten. Es ist dies z. B. der Fall bei Serj. marginata Casar., Serj. erecta Radlk. und Serj. dibotrya Poepp. der Sectio V Pachycoccus. Zuweilen ist aber auch bei diesen (Radlk., Erg. p. 69) nur 1 peripherischer Holzkörper vorhanden oder es steigt die Zahl auf 3. Bei S. marginata kommt es sehr selten auch vor, dass die peripherischen Holzkörper nicht aus dem centralen hervortreten und mit diesem somit einen einfachen Holzring bilden. Auch bei der weiter unten ausführlich behandelten Serj. piscatoria Radlk., die nach gefälliger Mittheilung von Prof. Radlkofer ebenfalls zur 5. Section gehört, kommen solche Variationen vor. Die Exemplare, die ich in der Provinz Minas von S. marginata und S. erecta sammelte, zeigen nur 2 peripherische Holzkörper. Letztere Art fand ich auf den Campos von Minas bei Congonhas als aufrechten, nicht kletternden Campstrauch. Offenbar ist sie aber wie so manche Campsträucher aus Lianenfamilien aus einer kletternden Form entstanden; dafür spricht das Vorhandensein von 2 kleinen, für die Pflanze zwecklosen Ranken am Grunde der Inflorescenzen und die anomale Stammstructur, die sie beibehalten hat. Wie Radlkofer (Monogr.

p. 161) angiebt, soll sie gelegentlich, wenn sie im Walde wächst, auch wieder kletternde Lebensweise annehmen. Fig. 49 Taf. IV stellt einen dünnen Zweig dieser in phylogenetischer Beziehung interessanten Art, der einzigen Serjania, welche für gewöhnlich nicht klettert, dar.

Den Uebergang von dem ersten Haupttypus zu dem zweiten mit gewöhnlich 8 peripherischen, gleichmässig vertheilten und den centralen Strang vollständig umschliessenden Holzkörpern vermitteln solche Arten, bei denen an Stelle der drei peripherischen Holzkörper deren mehrere auftreten, ohne indessen den centralen Holzkörper vollständig einzuschliessen.

Hierher gehört unter anderen die zur Sectio VII Dictyococcus gehörige Serj. polyphylla Radl. (= Serj. lucida Schum.). Von Herrn Prof. Göbel erhielt ich aus der Marburger Sammlung die in Fig. 50 a und b Taf. IV dargestellten Stammproben, während der in Fig. 50 c dargestellte Stamm von Eggers auf St. Thomas gesammelt ist. Aus den Figuren geht hervor, dass diese Art bald dem ersten Haupttypus folgt, bald eine Vermehrung der peripherischen Stränge aufweist. In Fig. 50 b sehen wir 6 in 2 Gruppen zu 2 und 4 vereinigte Stränge, welche zwischen sich 2 breite Längsfurchen freilassen, in Fig. 50 c erscheinen 7 Stränge, die nur an einer Stelle eine Längsfurche offen lassen. Die einzelnen Holzkörper verlaufen in bestimmter Weise mehrere Internodien entlang frei, um sich dann wieder mit dem centralen oder mit seitlichen Holzkörpern zu vereinigen. Der Holzkörper der Seitenäste erscheint an der Basis einfach und giebt die peripherischen Stränge erst über seiner Insertion ab.

Serjania grandiflora Camb. der Sectio IV Eucoccus und Serjania clematidifolia Camb. der Sectio VIII Simococcus können schon zu dem zweiten Haupttypus gerechnet werden, bilden aber für sich eine besondere Modification desselben, indem die stets in grösserer Zahl (5—9) vorhandenen peripherischen Holzkörper den centralen nie ganz bedecken, sondern stets noch eine oder zwei, gelegentlich auch drei breite Längsfurchen zwischen sich frei lassen. Je nach dem Verlauf und der Zahl der Holzkörper erhält man verschiedene Querschnittsbilder aus ein und demselben Spross. Bei Serjania grandiflora Camb. (Fig. 48 a, b, c Taf. IV) zähle ich 5—8 peripherische Holzkörper an meinen von Rio stammenden Proben. Näheres über den Verlauf derselben ersehe man bei Radlkofer (Erg. p. 7). Fig. 48 d stellt den Querschnitt dar durch einen älteren Stamm von Serjania grandifolia, mit 8 primären peripherischen Holzkörpern. Ausserdem haben sich hier in der Umgebung der letzteren,

hauptsächlich nach der Peripherie zu, eine Anzahl secundärer Stränge in der Rinde neu gebildet, in ganz ähnlicher Weise, wie es an dem von Radlkofer (Erg. Taf. I Fig. 11) abgebildeten alten Stamm von Serjania Laruotteana Camb. ebenfalls aus der Sectio IV Eucoccus statthat. Ueber das Verhalten des jungen Stengels orientirt uns Fig. 47 Taf. IV. Es sind hier 7 peripherische Gefässbündelringe vorhanden und die Abgangsstelle eines achten getroffen. Nach der Peripherie zu erscheinen die Ringe stark abgeplattet; sie treten nicht wie bei anderen Arten rippenartig hervor. Jeder Ring enthält eine Anzahl von Gefässbündeln, welche Blattspuren repräsentiren, und enthält ein aus stark verdickten englumigen gestreckten Zellen bestehendes Mark von derselben Beschaffenheit, wie es das centrale Mark in seiner peripherischen Zone aufweist. Die Ringe sind eingebettet in Pericykelparenchym, p c, und aussen überdeckt von einer wohl entwickelten, zwischen ihnen eingekerbten, breiten Zone von Sklerenchymfasern als Grenze des Gefässbündelcylinders gegen die primäre Rinde p r. Im Laufe des Dickenwachsthums wird dieser Sklerenchymring gesprengt und nach und nach durch Korkbildung abgeworfen. Auch späterhin treten die peripherischen Holzkörper nicht nach aussen scharf heraus. Sie erfahren hauptsächlich Dickenwachsthum ihres Holzkörpers nach der Innenseite zu.

Bei Serjania clematidifolia Camb. (Fig. 45, 46 a—d Taf. IV) treten in der Regel 7—9, meist 8 peripherische Holzkörper auf, welche bereits im jungen Stamm (Fig. 45) stark rippenartig vorspringen und hier in ein viel reichlicher entwickeltes Pericykelparenchym eingebettet erscheinen. Der Sklerenchymfaserring bildet über ihnen eine scharfe Kante und trägt hier noch dazu eine Collenchymrippe der primären Rinde. Der dickste Stamm dieser Art, die ich bei Rio sammelte, ist in Fig. 46 d abgebildet. Er zeigt noch keine Neubildung secundärer Stränge. Die peripherischen Holzkörper wachsen gleichmässig oder unter Bevorzugung der Aussenseite in die Dicke. In dem Stamm Fig. 46 d ist der Sklerenchymring noch erhalten.

In der Form der einzelnen Gefässbündelringe und der aus ihnen hervorgehenden Holzkörper machen sich bei den einzelnen Arten mannigfache Unterschiede geltend, welche für systematische Zwecke von Wichtigkeit sind, für die biologische Bedeutung der Anomalie aber unwesentlich erscheinen.

Die vollkommenste Kabelstructur erreichen unter den Serjanien mit zusammengesetzten Holzkörpern die Arten des zweiten Haupt-

typus, von denen ich in Fig. 42 und 43 Taf. IV Stämme der Serj. multiflora Camb. (Sectio XII Syncoccus) und in Fig. 44 Taf. IV von Serj. noxia Camb. (aus derselben Section) abgebildet habe. Die erstere Art tritt häufig in der Serra dos Orgãos bei Theresopolis auf, wo ich eine grössere Anzahl von Stämmen einsammelte. Die peripherischen Holzkörper sind in der Regel zu 8 vorhanden und schliessen, äusserlich nicht oder kaum hervortretend, den centralen Holzkörper vollständig ein. Sie wachsen unter Bevorzugung der Innenseite in die Dicke und erlangen in älteren Stämmen, Fig. 42 b, Fig. 43 Taf. IV, nahezu gleiche Grösse wie der letztere. Im jungen Stengel werden sie ähnlich wie bei Serj. grandiflora (Fig. 47 Taf. IV) von einem Sklerenchymfasering überdeckt und erscheinen eingebettet in das Pericykelparenchym. Ersterer wird im Laufe des Dickenwachsthums gesprengt und in älteren Stämmen unter Peridermbildung theilweise abgeworfen. Er wird nicht wie bei anderen Sapindaceen (Thinouia z. B.) durch Einschieben von Steinzellen wieder geschlossen. Das Pericykelparenchym erfährt in älteren Stämmen eine Vermehrung durch Theilung. Es besteht aus kleinzelligen, zartwandigen theilungsfähigen Zellen, aus eingesprengten grösseren, dickwandigen, mit Stärke vollgepropften Zellen und enthält Steinzellen. Die älteren Phloëmtheile sind gegen dieses Gewebe nicht mehr scharf abgesetzt infolge der Vermehrung des Phloëmparenchyms. Es ist daher nicht immer mit Sicherheit der Ort zu bestimmen, wo die secundären Holzbaststränge, welche in älteren Stämmen von S. multiflora (siehe Fig. 42 b Taf. IV) in der Umgebung der primären Holzkörper in grosser Zahl auftreten, gebildet werden. Sie entstehen in der Aussengrenze der einzelnen Phloëmzonen. In einigen Fällen konnte ich constatiren, dass die neu entstandenen Cambiumstreifen etwas ausserhalb der Phloëmzone, also im Pericykelparenchym sich befanden. In der Mehrzahl der Fälle aber ist wohl das Phloëmparenchym die Stätte der Neubildung. Wie die Fig. 42 b Taf. IV eines ca. 7 cm dicken Stammes zeigt, heben sich die primären Holzkörper auf Querschnitten deutlich zwischen den zahlreichen, in Zonen angeordneten secundären Strängen ab. Einzelne Markstrahlen derselben treten durch ihre grössere Breite hervor. Der in Fig. 43 Taf. IV abgebildete ältere Stamm zeigt ausnahmsweise nur 6 peripherische Holzkörper und ist ausserdem nach einer Seite (in Figur rechts) stärker in die Dicke gewachsen durch erhöhte Production von successiven secundären Holzbaststrängen. 2 cm dicke Stämme (Fig. 42 a Taf. IV) sind noch ohne secundäre Stränge; wohl aber sind dieselben bei 3 cm Dicke bereits

vorhanden, wenn auch erst sehr klein. Ihre Bildung mag früher oder später eintreten, in dem einen Falle reichlicher sein als in dem anderen.

Serjania noxia Camb. folgt demselben Typus wie S. multiflora. Ein 1,5 cm dicker Stamm, bei Rodeio, Provinz Rio, gesammelt, weist 8 peripherische Holzkörper auf, ein 2 cm dicker Stamm aus der Provinz Minas zeigt eine Vermehrung derselben auf 10 (Fig. 44 Taf. IV). In beiden Stämmen war von einer Neubildung von Holzbaststrängen in der Umgebung der primären Holzkörper noch nichts zu bemerken.

5. *Zerklüftung des Holzkörpers bei Serjania piscatoria Radlk.* (Fig. 51—55 Taf. V).

Serj. piscatoria Radlk. zeichnet sich unter allen Arten der Gattung, soweit mir bekannt geworden, durch die complicirtesten Anomalien ihrer älteren Stämme aus. Der Holzkörper erfährt nämlich früher oder später nachträgliche Zerklüftung, welche durch Furchenbildung vorbereitet wird, und im Umkreis der primären Holzkörper bezw. deren Segmente entstehen zahlreiche neue secundäre Holzbaststränge. Zerklüftung kommt innerhalb der Gattung nur noch gelegentlich und in geringem Maasse auch bei Serj. ichthyoctona (cf. p. 95) vor, ist aber sonst nur für Urvillea unter den Sapindaceen bekannt gewesen.

Serj. piscatoria ist eine der häufigsten Lianen in der Umgebung Rio's und des Orgelgebirges. Ich habe daselbst eine grössere Anzahl von Stämmen gesammelt, welche in ihren Querschnittsbildern sehr variiren, je nachdem die Anomalien früher oder später auftreten. Der dickste Stamm meiner Sammlung ist in Fig. 54 Taf. V abgebildet.

Wie Herr Prof. Radlkofer mir gütigst mittheilt, gehört S. piscatoria zu seiner Sectio V Pachycoccus in den Verwandtschaftskreis der S. marginata Casar. und hat mit dieser die anomale Eigenthümlichkeit gemeinsam, dass im Stamm meist nur 1 oder 2 (selten 3) peripherische Holzkörper auftreten, die aber mit den centralen Holzkörpern auch noch verschmolzen bleiben können „in corpus lignosum simplex crenatum vel radiatim subdivisum" (Radlk., Monogr. v. Serj. p. 97, p. 340). Diese Arten sind für die phylogenetische Ableitung des zusammengesetzten Holzkörpers von dem gewöhnlichen Verhalten von Interesse. Sie repräsentiren Arten, bei denen der erste Haupttypus (3 peripherische Holzkörper) gewissermaassen noch in der Entwickelung begriffen, noch nicht fixirt erscheint.

Die primären Gefässbündel stehen im jungen Stamm ungleich

weit vom Centrum und werden nun entweder noch sämmtlich von dem Cambiumring zu einem Holzkörper vereinigt, oder aber es werden einzelne der Bündel, die zu weit nach aussen vorspringen, als peripherische Holzkörper abgeschnitten, indem das Hauptcambium hinter ihnen angelegt wird. Die von mir gesammelten Herbarzweige und älteren Stämme besassen entweder einen geschlossenen Holzring oder im Internodium nur einen einzigen peripherischen Holzring, und dieses verschiedene Verhalten kann an ein und derselben Achse in verschiedenen Regionen ausgeprägt sein. So stellen Fig. 55 a und b Taf. V 2 Querschnitte durch denselben jungen noch beblätterten Stengel dar. In Fig. 55 b sehen wir einen peripherischen Holzkörper abgesondert, während in Fig. 55 a an Stelle desselben nur eine beiderseits von tiefen Furchen oder Einbiegungen des Hauptcambiums begrenzte vorspringende Leiste des jungen Holzringes zu bemerken ist. In beiden Schnitten sehen wir ausserdem noch 2 tiefere Furchen, in die sich das Cambium hineinzieht und Weichbast abscheidet. Diese Furchen dürften den Beginn einer Abschnürung eines zweiten und dritten peripherischen Holzringes bezeichnen. Wie bei den übrigen Serjanien zeigt auch hier das Mark in seiner peripherischen Zone etwas andere Ausbildung (m^1); es besteht hier aus englumigen, dickwandigen, die primären Vasaltheile umgebenden und verbindenden Zellen. Die primären Vasaltheile sind in den Figuren als schwarze Punkte angedeutet. Der centrale Theil des Markes dagegen besteht aus weiten dünnwandigen Zellen (m). Gegen die primäre Rinde, die sich bald mit subepidermalem Kork bedeckt, dessen Bildung in den dargestellten Stämmen bereits beginnt, ist der Centralcylinder abgegrenzt durch eine continuirliche Zone von Sklerenchymfasern. Im Laufe des Dickenwachsthums wird dieselbe in breite einzelne Stücke zersprengt und nicht etwa nachträglich durch Steinzellenbildung wieder ergänzt. So sehen wir in älteren Stämmen (beispielsweise Fig. 55 c Taf. V) zahlreiche einzelne Stränge von Fasern an Stelle des geschlossenen Ringes.

Je nachdem die primäre Anordnung des Gefässbündelkreises verschieden ausfällt, vollzieht sich auch das Dickenwachsthum anders. Betrachten wir zunächst die Stämme oder Stammparthien, die das in Fig. 55 a Taf. V dargestellte Verhalten des jungen Stammes aufweisen. Dieselben wachsen eine Zeit lang mit ihrem zusammenhängenden Cambium in die Dicke und bilden einen geschlossenen Holzkörper, an welchem die 4 Einbiegungen des Cambiums zu tiefen, fast bis zu der peripherischen Markzone eingreifenden Furchen werden. Dieses Verhalten zeigte z. B. ein 8 mm dicker Stamm aus dem Orgel-

gebirge. Mit weiterem Dickenwachsthum, früher oder später tritt nun Zerklüftung dieses gefurchten Holzkörpers ein, welche ihren Ausgang von den 4 Hauptfurchen nimmt, und sehr bald darauf findet auch zunächst in der Markperipherie in dem dilatirten Gewebe Neubildung von secundären Gefässbündelsträngen statt. Diese Vorgänge illustrirt Fig. 55c Taf. V, die den Querschnitt durch einen etwa 10 mm starken Stamm derselben Pflanze, der auch Fig. 55a und b Taf. V entnommen sind, bringt.

Wie bei den Malpighiaceen Lianen mit nachträglicher Zerklüftung (Tetrapteris) treten auch hier die ersten Dilatationsstreifen auf in der Verlängerung der tiefen Furchen, indem die lebendigen Elemente des Holzes und des Markes daselbst wieder in jugendlichen dünnwandigen, meristematischen Zustand übergehen, sich reichlich theilen. Der Anstoss zu dieser Dilatation scheint mir von den Furchencambien herzurühren, welche nachträglich ihre Thätigkeit wieder aufnehmen und neue Phloëmelemente an den Seiten der Furchen erzeugen. So entsteht ein Druck in schief tangentialer Richtung, welcher möglicherweise die Zerklüftung anregen oder wenigstens befördern dürfte. Auch mögen Torsionen oder Biegungen des Stammes von Einfluss sein für den ersten Eintritt der Anomalie, die im Uebrigen ganz den Eindruck eines spontanen aus inneren Wachsthumsgesetzen hervorgehenden Processes macht. Die Dilatationsstreifen in der Verlängerung der Furche sind nicht etwa durch dünnwandige Zellcomplexe vorgebildet, sondern die bereits fertig differenzirten Elemente gehen wieder in Theilung über. Der centrale dünnwandige Theil des Markes bleibt (c.f. Fig. 55c Taf. 5 grösstentheils intact, aber seine äusseren Zellen, die an die peripherische englumige Zone anstossen, sind alle in radialer Richtung gestreckt und getheilt. Der Holzkörper erscheint in dem vorliegenden Stamme in der Verlängerung von 3 Hauptfurchen etwas auseinander geschoben. In der 4. Furche ist die Dilatation noch nicht eingetreten, wird sich aber in späteren Stadien auch hier vollziehen. Die Holzsegmente h_3 und h_4 hängen somit noch zusammen. In dem Abschnitt h_4 ist indessen an einer Stelle (bei dilp.) infolge der Vermehrung der Zellen des Markes in der Richtung eines Markstrahls bis zur Mitte des Durchmessers des Holzsegments eine keilförmige mit dilatirtem Markstrahlparenchym ausgefüllte Kluft entstanden. Die einzelnen Holzsegmente tragen an ihrer Innenseite die entsprechenden Theile der englumigen peripherischen Markzone und haben das Bestreben, sich auch nach innen zu mit neuen Cambien zu umgeben. In dem Segment h_2 ist der ursprüngliche Umriss

durch eine dunkle Linie markirt, das neue Cambium hat im Verein mit den Furchencambien an die Innenseite bereits neue Holzschichten abgelagert und nach den Furchen zu neue Weichbastmassen abgeschieden. Auch an den Segmenten h_1 h_3 h_4 ist nach den Furchen zu neues Holz und Weichbast gebildet worden. In etwas älteren Stämmen werden die Holzsegmente h_3 und h_4 vollständig getrennt, wie es Fig. 55 c. Taf. V darstellt.

Das weitere Verhalten der auseinandergeschobenen Segmente des primären Holzkörper kann aus dem bei Rio gesammelten, in Fig 54 Taf. V abgebildeten alten Stamme entnommen werden. In der Regel sind 4 grössere Segmente vorhanden, die aber streckenweise auch noch zu zweien mit einander verbunden bleiben können, wie es Fig. 54 Taf. V rechts darstellt. Querschnitte durch denselben Stamm einige cm ober- oder unterhalb des abgebildeten Schnittes zeigen eine vollständige Trennung in 4 Holzkörper. Dieselben wachsen nach aussen mit ihren Cambien weiter in die Dicke und erhalten dabei durch Zurückbleiben der Holzbildung auf Längsstreifen tiefe Furchen, von denen unter Umständen eine weitere Zerklüftung ausgehen kann. Sie erweitern sich ferner fächerartig nach den Seiten, indem hier das Cambium neue Holzlagen anlagert, während nach innen zu, in der Richtung des ursprünglichen Markes die neu entstandenen Cambien nur wenig Holz und Weichbast abscheiden. In andern Fällen (siehe die Stämme der Fig. 52 b und 53 Taf. V) dagegen runden sich die Holzsegmente unter Holzproduction nach innen zu ab.

Je nach den einzelnen Stämmen ist die Trennung der Holzsegmente stärker oder schwächer ausgeprägt. Bemerkenswerth ist ein bei Rio gesammelter, in Fig. 51 a Taf. V abgebildeter, fast 6 cm dicker Stamm, in welchem die Holzsegmente noch dicht bei einander liegen. Entweder hat hier die Zerklüftung eben erst begonnen, oder sie ist auf einer Anfangsstufe stehen geblieben.

Allgemein findet in älteren Stämmen der Serj. piscatoria nachträgliche Neubildung von Holzbaststrängen statt, und zwar werden zunächst einige kleine Stränge in dem dilatirten Markparenchym an der Innenseite der Segmente des zerklüfteten Holzkörpers, späterhin aber auch in der Phloëmzone im Umkreis derselben in grosser Anzahl und reichlicher Entwicklung erzeugt.

Die ersten secundären Stränge sind bereits in dem 8 mm starken Trieb Fig. 55 c Taf. V zur Entwicklung gekommen. Ihre Entstehung ist in Fig. 55 d Taf. V veranschaulicht. Es bezeichnen hier m_1 die

verdickten stärkeführenden Zellen des peripherischen Theiles des Markes, welches sich an der Innenseite der Holzsegmente intact erhalten, während d i l m die dilatirten dünnwandigen Markzellen vorstellen. In letzteren entstehen local Cambiumstreifen durch weitere Theilung, aus denen sich nach den intacten Markzellen, also nach der Aussenseite zu zunächst eine Gruppe von Holzfasern und nach dem Centrum des Stammes zu Siebelemente differenziren, dazwischen ein Cambium, welches die weitere Verdickung des angelegten Gefässbündels besorgt. Die Bündelchen erhalten somit umgekehrte Orientirung zu den Hauptsegmenten. Diese kleinen Stränge erhalten, sofern sie nicht an die letzteren angeschlossen sind, keine grosse Entwicklung, denn selbst in dem alten Stamm Fig. 54 Taf. V sind sie nur in geringer Zahl und Grösse vorhanden.

In welchem Alter bezw. bei welchem Stammdurchmesser die zahlreichen peripherischen, in der Phloëmzone neugebildeten Stränge erscheinen, vermag ich auf Grund meines Materials nicht anzugeben. Die Stämme der Fig. 52 a und Fig. 55 e Taf. V zeigen noch keine Spur derselben, wohl aber der Stamm der Fig. 51 a Taf. V, welcher bedeutend älter ist. Ein Querschnitt durch die Rindenzone dieses Stammes stellt Fig. 51 b Taf. V dar. In das mächtig entwickelte secundäre Phloëm mit seinen radialen Reihen von Bastfasergruppen eingesprengt verlaufen die zahlreichen, oft mit einander anastomosirenden und daher zum Theil schräg durchschnittenen Stränge, deren Orientirung eine verschiedene sein kann. Jeder Strang besitzt seinen Cambiumstreifen und verdickt sich mit Hülfe desselben. Häufig sind die Cambiumstreifen radial gestellt. Fig. 51 c Taf. V illustrirt bei stärkerer Vergrösserung die Anlage eines Bündels mit radialer Orientirung des Cambiums. Dasselbe ist hervorgegangen durch nachträgliche Theilung eines Phloëmstrahles in tangentialer Richtung, wobei die Elemente der Siebstrahlen mit ihren Bastfasergruppen, bf, ihren obliterirten Siebröhrengruppen, s, und Secretschläuchen, secr., auseinandergetrieben werden. Nach rechts haben sich Holzelemente mit einem grösseren Gefäss differenzirt, nach links Siebelemente und in der Mitte ist das thätige Cambium zu sehen. Der Pericykel, der in jungen Stämmen nur einige Zelllagen stark ist, betheiligt sich nicht an der Bildung der secundären Rindenstränge, die in ziemlich regelloser Ordnung im alten Phloëmparenchym auftreten. Wie aus Fig. 54 Taf. V zu ersehen, können sowohl und zwar hauptsächlich innerhalb als auch ausserhalb, als auch zwischen den erst entstandenen und hier schon bedeutend verdickten Strängen neue sich einstellen. Auch kann in den

grössern Strängen nachträgliche Zerklüftung wie in dem concentralen primären Holzkörper sich geltend machen. Anfangs wachsen die Stränge nur mit einem Cambiumstreifen in die Dicke. Allmählich aber greift das Cambium um den Holzkörper herum und so rundet sich später derselbe ab. Die Phloëmerzeugung in der Umgebung der primären und secundären Holzkörper ist eine sehr reichliche, und so kommt es, dass alte Stämme wie der in Fig. 54 Taf. V abgebildete sehr weich und saftig im Verhältniss zu ihrer Dicke sind und sich leicht mit dem Waldmesser durchschlagen lassen. An zahlreichen Stellen wächst ein solcher Stamm in seinem Innern in die Dicke und repräsentirt mit seinen vielen, in weiches Phloëm und Dilatationsparenchym eingebetteten Strängen eine typische Kabelstructur.

Wenn bereits im jungen Stamme das in Fig. 55 b Taf. V dargestellte Verhalten eintritt, die Loslösung eines peripherischen Gefässbündelringes, so kommen in ältern Stämmen beim Dickenwachsthum die in Fig. 53 und 52 b Taf. V dargestellten Structuren zu Stande. Der peripherische Holzring wächst dann für sich weiter in die Dicke und bildet einen abgerundeten Holzstrang. Die Zerklüftung ist in den beiden Stämmen hier nur in den Hauptholzkörpern in der gleichen Weise wie oben geschildert vor sich gegangen und bewirkt dann eine Spaltung derselben in 3 Holzkörper, die aber mitunter noch weiter sich zerklüften können. In einem ältern Stamme aus dem Orgelgebirge (Nr. 616 meiner Sammlung) habe ich indessen auch eine Spaltung des peripherischen Holzkörpers in 2 Segmente beobachtet. Es können somit in verschiedenen Stämmen der Serj. piscatoria die im Innern befindlichen 4 grössern Holzsegmente auf zweierlei Weise zu Stande kommen.

Was die Structur der Holzelemente anbelangt, so treten 0,25 mm weite Tüpfelgefässe in grosser Zahl dicht vertheilt neben radialen Reihen von sehr englumigen trachealen Elementen auf. Die Grundmasse besteht auch hier aus dick- oder dünnwandigen, stärkeführenden Fasern.

Die Gattung Serjania ist in phylogenetischer Hinsicht, was das Zustandekommen der verschiedenen Anomalien anbelangt, eine der interessantesten Lianengattungen. Wie bereits hervorgehoben, hat sich der getheilte Holzkörper nur einmal, in der Sectio III Eurycoccus, herausgebildet. Der zusammengesetzte dagegen ist mehrmals, in verschiedenen Sectionen, hervorgetreten zum Theil in verschiedener Ausbildungsweise, je nach der Section; zum Theil hat er sich aber in verschiedenen Sectionen in gleicher Weise zu übereinstimmenden

Structuren weiter entwickelt.[1]) Der zerklüftete Holzkörper dürfte ausser bei S. piscatoria späterhin auch noch bei andern Arten, die meistens nur in jüngern Stammproben bis jetzt untersucht sind, sich nachweisen lassen.

3. Paullinia.

1. Normale Stämme.

Der grösste Theil der zahlreichen (125) Arten von Paullinia scheint normales Dickenwachsthum zu besitzen. Radlkofer (Erg. p. 3) hat den zusammengesetzten Holzkörper nur bei ungefähr einem Dutzend Species nachgewiesen. Ausserdem tritt, was bisher noch nicht bekannt war, auch der umstrickte Holzkörper, welcher durch successive Cambiumbildung in dem Pericykel zu Stande kommt, innerhalb der Gattung auf, und zwar bei Arten der Sectio XIII Phygoptilon Radlkofer (Durand, Index gener. phanerog. p. 72). Paullinia steht somit bedeutend hinter Serjania zurück in Bezug auf die Complication der Structur seiner Lianenstämme. Indessen ist zu erwarten, dass bei manchen Arten noch nachträgliche Anomalien nachgewiesen werden.

Von Paullinia carpopodea Camb. sammelte ich in der Provinz Rio und bei Blumenau Stämme, von denen der dickste 3 cm maass und ganz normal sich verdickt hatte. Ebenso war ein 1,5 cm dickes Stämmchen von Paullinia seminuda Radlk., bei Blumenau gesammelt noch ohne Abweichungen.

2. Umstrickter Holzkörper. Fig. 56 Taf. V.

Wiederholte Bildung von Holzbaststrängen oder Zonen fand ich bei Paullinia pseudota Radlk., welche bei Rio häufig auftritt, ferner bei P. trigonia Vellozo, die ich bei Rio und Pernambuco sammelte. Beide gehören derselben Sectio Phygoptilon an. Von der nahe verwandten P. weinmanniaefolia Martius besitze ich nur einen 17 mm dicken noch normalen Stamm. Bei dieser Art dürfte sich aber im höhern Alter ebenfalls die in Rede stehende Anomalie einstellen.

Sehr ausgeprägt fand ich die successiven Holzbastzonen an dem in Fig. 59 c Taf. V abgebildeten alten prächtigen Stamm von Paullinia pseudota Radlk., zu welchem Fig. 55 a und b Taf. V jüngere Zustände darstellen. Der junge Stamm wächst in den ersten Jahren normal in die Dicke und erzeugt einen 2—2,5 cm dicken

[1]) Vgl. die Uebersicht in Radlkofer's Erg. p. 14.

cylindrischen, centralen Holzkörper, bevor das Cambium seine Thätigkeit einstellt. In dem Stamm der Fig. 55 a Taf. V sind bereits in dem grössern Theil des Umfangs die schmalen Anlagen secundärer peripherischer Holzbaststränge im Pericykel ausserhalb der scharf hervortretenden, lebhaft rothbraun gefärbten Phloëmzone in die Erscheinung getreten. Diese Stränge wachsen eine Zeit lang mit ihrem Cambiumstreifen in die Dicke, erreichen etwa 5—8 mm Durchmesser des Holzes, und nun werden successive an dieselben weitere unregelmässig concentrische Ringe von verschieden gestalteten Strängen oder Platten angelagert. Das spätere Wachsthum ist ein ungleichmässiges, es entstehen wulstförmig vorspringende starke Rippen (cf. Fig. 56 c Taf. V), die Stränge bilden in mannigfaltigster Weise seitlich Anastomosen unter einander, wie schon äusserlich an dem Verlauf der Wulste und Furchen zu erkennen ist.

Der junge, noch normal gebaute Stamm besitzt aussen eine dünne Peridermschicht, darunter das Rindenparenchym; dann folgt bis zu den äussersten Spitzen der Phloëmzone ein breiter Pericykel (pc, Fig. 56 d Taf. V), welcher zu äusserst einen geschlossenen oder nur hier und da von zartwandigen Parenchymstreifen radial durchsetzten Steinzellenring besitzt, an dessen Innenseite eine schmale Zone von stärkeführenden isodiametrischen Pericykelparenchymzellen sich anschliesst. Zwischen dieser Zone und der Phloëmgrenze liegen zahlreiche Stränge oder Nester von Steinzellen, getrennt durch zartwandige Parenchymstreifen. Alle diese Steinzellengruppen bestehen aus radial gereihten, meist cubischen stark verdickten Zellen, die nach Form und Anordnung der Thätigkeit des Pericykels ihren Ursprung verdanken.

Die secundären Holzbaststränge entstehen nun aus Cambiumsträngen, hervorgegangen aus der unter der äusseren Steinzellenschicht gelegenen schmalen parenchymatischen Zone des Pericykels. Somit bleiben die innern Steinzellengruppen an der Innenseite der peripherischen Holzbastzonen unverändert liegen (Fig. 56 d Taf. V). Sie sind schon makroskopisch auf Querschnitten durch die Stämme als helle Flecke leicht zu erkennen. In Folge des Dickenwachsthums weichen die ältesten Theile der Phloëmstrahlen auseinander unter tangentialer Erbreiterung der Rindenstrahlen, und in diesen Erbreiterungen werden nun auch nachträglich Steinzellennester von gleicher Beschaffenheit wie im Pericykel erzeugt (Fig. 56 d Taf. V). Der Pericykel erbreitert sich nach Abscheidung einer Holzbastzone in radialer Richtung durch Theilung seines Parenchyms, erzeugt in seiner innern Parthie wiederum Steinzellengruppen. Der äussere Steinzellen-

ring wird beim Dickenwachsthum des Stammes durch Einschieben neuer Elemente immer wieder geschlossen. Die successiven Holzbastzonen entstehen überall in gleicher Weise. Sie wachsen mit normal situirten Cambiumstreifen in die Dicke. Eine Phloëmzone findet sich daher nur aussen. Innen ist keine Spur von Siebröhren zu erkennen. An die ersten Holzelemente stossen hier nicht scharf abgegrenzt einige Lagen eingeschlossenen Pericykelparenchyms und an diese die Steinzellennester. Somit unterscheidet sich der umstrickte Holzkörper von Paullinia wesentlich von demjenigen der Gattung Thinouia, bei welcher das Cambium der secundären Holzkörper um dieselben herumgreift und sie allseitig mit einem Phloëmring umgiebt.

Was den Bau des Holzes anbelangt, so ist derselbe relativ fest und hart. Axiales und periaxiales Holz sind kaum geschieden, wie überhaupt bei den Sapindaceen der Uebergang von den engen Gefässen der Mitte zu den weiten Gefässen ein allmählicher ist. Die weitesten Gefässe messen nur 0,09—0,17 mm. Daneben treten kleinere in radialen Reihen auf. Als Grundmasse finden sich starkverdickte stärkeführende Holzfasern. Die Markstrahlen sind von gewöhnlicher Beschaffenheit.

Von Paullinia trigonia Radlk. habe ich bei Rio eine Anzahl von Stämmen gesammelt, die aber alle, bis zu 2,5 cm Dicke, noch normal waren. Dagegen zeigten etwas dickere Stämme von Pernambuco ein ähnliches Bild, wie Fig. 56 b Taf. V für die vorige Art. Auch hier sind die Phloëmzonen lebhaft rothbraun gefärbt. Sie enthalten hier wie dort zahlreiche Querzonen von Secretschläuchen mit rothbraunem harzähnlichen Inhalt. Ein 4 cm dicker Stamm besass 1,5—2 cm dicken centralen Holzkörper, umgeben von einer Zone secundärer Stränge und Platten. An einzelnen Strängen waren bereits Stränge einer zweiten Zone entstanden. Die Bildung derselben geschieht in derselben Weise wie oben geschildert.

Bemerkenswerth für beide Arten ist die Variation des Querschnittsbildes je nach der verschiedenen Form und Anordnung der secundären Holzbastmassen.

3. *Zusammengesetzte Holzkörper* (Fig. 57 Taf. V).

Von hierher gehörigen Arten habe ich nur Paullinia pinnata L. und P. elegans Camb., beide bei Pernambuco gesammelt. Dieselben schliessen sich in ihrer Stammstructur an das Verhalten des ersten Haupttypus der Serjanien mit zusammengesetzten Holzkörpern an, indem in der Umgebung des centralen Gefässbündelringes in der Regel 3 periphерische angelegt werden. Von P. pinnata liegen mir indessen Stämme

vor, welche, wie Fig. 57a—c Taf. V zeigen, nur 2, stellenweise auch nur einen peripherischen Strang ausgegliedert haben, ja es kommt auch vor, dass die Stränge, wenigstens in bestimmten Parthien der Triebe, sämmtlich mit dem centralen Ring zu einem einheitlichen Körper verbunden sind, wie es regelmässig an den Abgangsstellen der Zweige der Fall ist.[1]) Sind 2 peripherische Holzkörper vorhanden (Fig. 57c Taf. V), so verlaufen dieselben durch 2 Internodien isolirt. An jedem Knoten tritt ein Strang wieder in den centralen Körper ein und ein neuer gliedert sich aus. Je nachdem nun die Verschmelzung oder die Ablösung über oder unter den Knoten etwas hinausgehen oder zurückbleiben, erhält man in der Nähe der Knoten auf Querschnitten 3 oder einen peripherischen Holzkörper. Fig. 57a Taf. V orientirt über das Verhalten des jungen Stengels. Wie bei den Serjanien wird der Centralcylinder umschlossen von einer Sklerenchymfaserscheide. Der Hauptring besteht aus einer grösseren Anzahl von Bündeln, deren primäre Vasaltheile mit dunklen Flecken eingezeichnet sind. Einige Ausschnitte des Holzringes, eingefasst von breiten Markstrahlen, springen etwas hervor; es sind die in den centralen Holzkörper eingehenden Fortsetzungen der peripherischen Stränge.

Das Mark ist auch hier in einen centralen weitlumigen und einen peripherischen englumigen Theil differenzirt. Die peripherischen Holzkörper enthalten ein kleines tangential erbreitertes Mark von letzterer Beschaffenheit. Sie werden nur von einem einzigen breiten primären Gefässbündel constituirt, wie auch Radlkofer (Ber. der Münchener Verh. Anmerk. 2) angiebt, und auch bei einigen Serjanien vorfand. Bei den in Fig. 36c, Fig. 45 und Fig. 47 Taf. IV dargestellten Serjanien dagegen werden die peripherischen Holzringe von mehreren Blattspurbündeln zusammengesetzt. Trotzdem umgiebt sich bei P. pinnata jeder peripherische Strang allseitig mit Cambium und Phloëmzone. Die dicksten der gesammelten Stämme messen 3,5—4 cm Durchmesser. Secundäre Bildung von Holzbaststrängen in der Umgebung der primären Holzkörper habe ich in denselben nicht beobachtet.

Urvillea.

In der Gattung Urvillea (mit 10 Arten) sind bis jetzt von Radlkofer (Erg. p. 22 u. 24) nur der gelappte und der zerklüftete Holzkörper nachgewiesen. Die jungen Stengel von U. laevis und U. ulmacea sind dreikantig. Unter Bevorzugung der 3 Kanten

---

[1]) cf. Treviranus, Bot. Ztg. 1847 p. 394.

beim Dickenwachsthum entsteht ein dreilappiger Holzkörper (Radlk., Erg. Fig. 16—21 Taf. II). Nur für erstere Art hat Radlkofer eine nachträgliche Zerklüftung des dreilappigen Holzkörpers constatirt, welche ihren Ausgang nimmt von den Furchen, in deren Verlängerung durch Dilatationen der Markstrahlen und der Markzellen die Lostrennung der 3 Holzsegmente geschieht. Jedes Holzsegment erhält an seiner Innenseite ein Drittel des ursprünglichen Markes.

Das Cambium eines jeden Holzsegmentes setzt sich nach innen um das anstossende Markfragment herum fort und besorgt nun auch auf der Innenseite die weitere Verdickung. Im Einzelnen scheinen hier ganz ähnliche Vorgänge sich abzuspielen, wie ich sie bei Serjania piscatoria beobachtet habe. Fig. 17 Taf. II in Radlkofer's Ergänzungen bringt einen Stamm zur Darstellung, in welchem der Holzkörper in die 3 Stränge zerklüftet ist.

Junge Zweige von Urvillea stipitata Radlkofer, die ich bei Rio sammelte, zeigen wie die genannten Arten deutlich ein Vorspringen des Holzringes in 3 abgerundete Längsrippen. Aelteres Material steht mir nicht zu Gebote.

Der zusammengesetzte Holzkörper und nachträgliche Neubildungen secundärer Stränge scheinen bei Urvillea nicht vorzukommen.

§ 25.

Malpighiaceae.[1])

Die Malpighiaceen stellen eine der wichtigsten und artenreichsten Lianenfamilien der Tropen vor. Ihre Hauptentwicklung finden die Lianen im tropischen Amerika, sie erreichen hier eine viel grössere Artenfülle als in den Tropen der alten Welt. Abweichende und complicirte Stammstructuren sind mir nur von amerikanischen Vertretern der Familie bis jetzt bekannt geworden.

Wie in den meisten grösseren Lianenfamilien sind auch hier verschiedene Typen des Dickenwachsthums der Stämme zur Ausprägung gekommen. Zum Theil lassen sich dieselben in eine aufsteigende Stufenreihe einordnen, von normalwüchsigen Formen ausgehend zu sehr complicirten, und uns so den Weg erkennen, den die letzteren bei ihrer Herausbildung eingeschlagen haben. Ich unterscheide folgende Typen:

[1]) Die Bestimmungen der erwähnten brasilischen Arten verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Dr. Niedenzu.

1) Normalwüchsige Stämme (Hiptage, Schwannia, Thryallis, Tetrapteris, Heteropteris).

2) Stämme mit gelapptem oder gefurchtem Holzkörper (Tetrapteris, Heteropteris, Peixotoa).

3) Stämme mit gelapptem oder gefurchtem Holzkörper und nachträglicher Zerklüftung, die entweder vorwiegend in radialer, oder auch zugleich in tangentialer Richtung vor sich gehen kann (Tetrapteris, Mascagnia, Mezia, Banisteria).

4) Stämme mit normalem Aussencambium und mit nachträglicher Cambienbildung aus dem in Dilatation übergehenden Holzparenchym (Stigmatophyllon).

5) Stämme mit interxylärem Weichbast, welcher von dem Cambium nach innen zwischen das Holz abgeschieden wird (Dicella).

Die Arten von Tetrapteris gehören entweder zum 1. oder 2. oder 3. Typus, die von Heteropteris zum 1. oder 2. Freilich ist nicht ausgeschlossen, dass an alten Stämmen des 1. oder 2. Typus noch die höherstehenden Typen auftreten. In wieweit die bis jetzt nur für einzelne Arten der oben genannten Gattungen nachgewiesenen Typen für dieselben characteristisch sind, kann erst entschieden werden, wenn alle Arten bezüglich des Verhaltens ihrer Stämme auch in höherem Alter untersucht worden sind. Schon jetzt lässt sich indessen behaupten, dass eine bestimmte Vertheilung der verschiedenen Formen des Dickenwachsthums auf die einzelnen Gattungsgruppen und Triben, wenn man das von Niedenzu in Engler u. Prantl, Nat. Pfl.-Fam. III. 4. Abtheil., aufgestellte System zu Grunde legt, sich nicht erkennen lässt. Unter den Banisteriinen hat zum Beispiel Schwannia normale Stämme, Heteropteris gefurchte, Banisteria zerklüftete Holzkörper und Stigmatophyllon seinen ganz besonderen Typus. Der zerklüftete Holzkörper findet sich wieder in der Gruppe der Mascagniinae bei Mascagnia, Mezia, Tetrapteris.

Sonstige Anomalien sind mir nicht bekannt. Bildung secundärer Zuwachszonen in der Rinde, wie sie bei den verwandten Sapindaceen, oder in anderer Weise bei Polygalaceen auftreten, ist nirgends nachgewiesen.

Die Zerklüftung des Holzkörpers tritt unter den Sapindaceen nur bei Urvillea und Serjania piscatoria auf. Im Uebrigen sind aber durchgreifende Unterschiede der Malpighiaceen von den verwandten Famlien vorhanden.

Das Holz an und für sich besitzt in den untersuchten Stämmen nichts besonderes in seiner Structur. Die Markstrahlen sind von ge-

wöhnlichen Bildung. Als Grundmasse treten allgemein Holzfasern auf. Reichliches dünnwandiges Holzparenchym findet sich bei Stigmatophyllon.

1. Normale Stämme.

Sämmtliche strauchigen und baumartigen Malpighiaceen (z. B. Byrsonima, Bunchosia, Brachypteris etc.) sind, soweit mir bekannt, normalwüchsig. Von den in Brasilien von mir gesammelten Lianenstämmen sind folgende ebenfalls normal:

Schwannia muricata Juss. 2 cm dicker Stamm, von Rio de Janeiro, mit sehr festem Holz.

Thryallis brachystachys Lindl. Stämme von 2,5 cm Dicke von Rio, ebenfalls mit sehr festem Holz, erinnert kaum an eine Liane. Auch Jussieu (Monogr. p. 102) giebt einen Stamm von 2 cm Dicke dieser Art als normal an.

Tetrapteris nitida Mart. 1,5 cm dicker Stamm von Rio mit sehr festem Holz. Aeltere Stämme bekommen vielleicht gefurchten Holzkörper, wie er bei den verwandten Arten auftritt.

Tetrapteris rotundifolia Juss. 4 cm dicker Stamm von Rio mit sehr breiter Rinde und porösem, festem Holz.

Diese Art wird auch von Jussieu (l. c. p. 102) als normal angegeben.

Heteropteris nitida (Lam.) Kth. Mehrere sehr festholzige Stämme von Rio. Selbst in einer Dicke von 5,5 cm noch ganz normal.

Heteropteris aenea Gris. Stämmchen von 1,5 cm Dicke von Rio und Itajahy, zeigen keinerlei Andeutung von Furchen. Möglicherweise treten solche in höherem Alter auf.

Alle diese Stämme lassen ein dichteres axiales Holz von verschiedenem Durchmesser und ein mit zerstreuten weiten Gefässen versehenes, oft nicht sehr scharf abgesetztes periaxiales Holz unterscheiden. In ersterem messen beispielsweise bei Heteropteris nitida die Gefässe nur 0,05 mm, in letzterem dagegen bis 0,280 mm. Jussieu (p. 102) giebt ferner an, dass ein 4 cm dicker Stamm von Heteropteris laurifolia und ein 9 cm dicker Stamm der tropisch asiatischen Hiptage madablota keine Anomalien besitzen. Von letzterer Gattung stand mir ein 1,5 cm dicker, nicht näher bestimmter Stamm, von Schimper auf Java gesammelt, zur Verfügung, welcher ebenfalls normalwüchsig war.

Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob nicht die eine oder andere Art in höherem Alter zum 2. bezw. 3. Typus übergeht.

2. *Gefurchte Stämme* (Fig. 58—61 Taf. VI).

Die hierher gehörigen Stämme sind anfangs normalwüchsig; früher oder später aber bleibt das Cambium auf gewissen Längsfurchen in seiner holzbildenden Thätigkeit zurück und es entstehen so an älteren Stämmen Furchen, die entweder auch äusserlich sichtbar sind (Heteropteris-Arten), oder nur am Holzkörper, nicht auch oder nur schwach an der Rinde sich bemerkbar machen (Tetrapteris). Die Zahl und Stellung der Furchen ist nicht wie bei den Bignoniaceen eine bestimmte. Auch zieht sich das Cambium längs der Furchenwände bis zum Grunde herab. Die Furchung des Holzkörpers ist verschieden stark ausgeprägt. In den in dieser Beziehung am weitesten vorgeschrittenen Formen (siehe z. B. Fig. 61 Taf. VI) erscheint entschieden die Torsionsfähigkeit des Stammes erhöht. Zunächst sind an dieser Stelle einige Arten von Heteropteris zu erwähnen.

Der in Fig. 58 Taf. VI abgebildete 4 cm dicke, bei Rio gesammelte Stamm von Heteropteris intermedia Gris. zeigt die in Rede stehende Erscheinung nur angedeutet, indem der Aussencontour des mehrjährigen Holzkörpers welligen Verlauf aufweist. Die überall gleich dicke Rinde folgt den als seichte Längsfurchen erscheinenden Einbiegungen. Erst bei ca. 2 cm Dicke des Stammes beginnen dieselben aufzutreten. Das Holz ist sehr hart und wenig porös.

Heteropteris megaptera Juss., eine bei Rio auftretende Liane, zeigt die Furchung schon besser ausgebildet, wie ein Blick auf die Abbildung Fig. 59 Taf. VI eines 9 cm dicken Stammes zeigt. Die Furchenbildung beginnt bei einer Dicke von 1,5—2,5 cm und die Rinde zieht zum Theil in die auch äusserlich sichtbaren Furchen hinein. Auch dieses Holz ist sehr fest und fein porös.

Dieser Art sehr ähnlich verhält sich eine nicht näher bestimmte Art von Heteropteris von Rio (Nr. 482 meiner Sammlung), sowie der in Fig. 60 Taf. VI abgebildete Stamm (Nr. 487) ebendaher. Der letztere könnte nach der Bestimmung von Herrn Dr. Niedenzu vielleicht zu Tetrapteris, Sectio Eutetrapteris gehören; ich halte ihn dem Holze nach eher für eine Heteropterisliane.

Jussieu (Monogr. p. 102 Taf. III Fig. 4) beschreibt einen ca. 3 cm dicken Stamm von Heteropteris anomala mit einigen tiefen Furchen, in die sich auch die schmale Rinde hineinzieht. Der Querschnitt seines Stammes erinnert an meine Fig. 59 Taf. VI von Heteropteris megaptera.

Ebenfalls zu Heteropteris dürfte wohl auch die von Wigand (Flora 1856 Taf. VII u. p. 675) abgebildete Liane aus Bolivia gehören, die ein ganz ähnliches Aussehen aufweist wie H. anomala. Die Wigand'sche Liane zeigt sehr starke Torsionen der vorspringenden Längswülste mit Wendepunkten in der Torsionsrichtung, eine Erscheinung, die ich ebenfalls hier und dort an einzelnen Stämmen z. B. bei der in Fig. 60 Taf. VI abgebildeten Liane beobachtet habe. In jungen Stämmen sind die Torsionen nur schwach ausgeprägt, werden aber immer stärker in älteren Stämmen.

Gefurchte Holzkörper haben ferner von einem gewissen Alter an wohl die meisten Arten von Tetrapteris. In der Mehrzahl der Fälle scheint sich diese Abweichung hier mit nachträglicher Zerklüftung zu combiniren, ob in allen Fällen, lässt sich wegen der Unvollständigkeit des Materials nicht aussagen. Bei Heteropteris dagegen scheint mir keine nachträgliche Zerklüftung vorzukommen.

Tetrapteris lucida Juss., Liane bei Rio auftretend, bietet in einem 2,5 cm dicken Stamm den Querschnitt der Fig. 61 Taf. VI. Im Gegensatz zu den Heteropteris-Arten sind die Furchen äusserlich im Stamm viel schwächer ausgeprägt, im Holzkörper dagegen viel tiefer und schmäler, ausgefüllt mit Phloëm. Das Cambium zieht sich in dieselben hinein, stellt aber im Grund und an den Seitenwänden sehr bald aus Raummangel seine Thätigkeit ein. Da die Furchen hier sehr schmal sind, kann es vorkommen, dass die Holzvorsprünge aussen wieder verschmelzen und so einen schmalen Strang von Phloëm einbetten, wie es auch bei Condylocarpon unter den Apocynaceen und bei gewissen Bignoniaceen der Fall ist.

Von Tetrapteris glabra Gris. besitze ich einen 2 cm dicken, aussen glatten Stamm von Rio, an dem die Furchen viel weniger tief erscheinen.

Möglicherweise stellt sich an älteren Stämmen oder an anderen Exemplaren beider Arten Zerklüftung im Holze ein.

Auch in der Gattung Peixotoa kommen gefurchte Holzkörper vor. Fr. Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 58, Taf. VII Fig. 2) erwähnt eine Species von Sa. Catharina, deren fingerdicker, aussen mit hohen Korkrippen besetzter Stamm 6 oder 8 seichte Längsfurchen aufweist.

Der von Niedenzu (Nat. Pfl.fam. III 4 p. 44) abgebildete, von ihm als Banisteria spec. bezeichnete, 12 cm dicke, tief gefurchte Lianenstamm, den ich bei Rio, leider ohne Blätter und Blüthen zu erreichen, sammelte, gehört meiner Ansicht nach nicht zu den Malpighiaceen, viel eher vielleicht zu den Apocynaceen.

3. *Stämme mit nachträglicher Zerklüftung des Holzes* (Fig. 62—68 Taf. VI, Fig. 69 Taf. VII).

Dieser Typus bezeichnet eine Weiterentwickelung des zweiten nach einer bestimmten Richtung hin, indem von den Furchen ausgehend eine Zerklüftung zunächst des axialen Holzes und des Markes eintritt infolge Dilatation und Theilung der parenchymatischen Elemente. Dieser Vorgang schreitet in höherem Alter immer weiter von innen nach aussen; die einzelnen abgetrennten Holzsegmente umgeben sich mit Cambien und wachsen nun für sich in die Dicke weiter, wobei sie sich mit Phloëmzonen umgeben. Im Wesentlichen ist der Vorgang der gleiche wie bei den übrigen Lianen dieses Typus, gewissen Bignoniaceen, Urvillea, Serjania piscatoria, Mendozia, Bauhinia. Zunächst ist die Gattung Tetrapteris zu erwähnen.

Tetrapteris Guilleminiana Juss. fand ich als häufige Liane bei Blumenau. Fig. 62 a b c Taf. VI stellen 3 verschieden alte Stämme im Querschnitt dar.

Anfangs ist der Stengel ganz normal gebaut, erzeugt zunächst ein sehr englumiges und festes axiales Holz. Bei der Anlegung des periaxialen tritt sehr bald die Furchenbildung ein, die an dem 13 mm dicken Stamm der Fig. 62 a schon ausgeprägt ist. Das Cambium zieht sich in die Furchen hinein und stellt in denselben seine holzbildende Thätigkeit ein; dagegen findet eine Zeit lang noch Erneuerung des in die Furche abgeschiedenen, bastfaserführenden Weichbastes statt, wobei die ältern Siebröhren in der Mittellinie der Furchen stark zusammengedrückt werden. Bald aber hört diese Erneuerung aus Raummangel auf. Fig. 62 b Taf. VI zeigt das Bild eines 2,7 cm dicken Stammes (vielleicht 4 Jahre ? alt) mit bereits vollzogener Spaltung des Holzkörpers in mehrere Segmente durch neugebildete Dilatationsparenchymstreifen in der Verlängerung der grössern primären Furchen, zwischen denen secundäre, minder tiefe sich gebildet haben. Es macht mir den Eindruck, als ob die Zerklüftung ihren Ausgang nimmt von den Hauptfurchen, in deren innerer Parthie das Cambium rechts und links früher oder später seine Thätigkeit wieder aufnimmt und neue Holz- und Weichbastelemente an den Seiten der Furchen abscheidet. Hierdurch tritt eine starke Spannung in tangentialer Richtung im Innern des Holzkörpers auf, die als Reiz auf die in der Verlängerung der Hauptfurche liegenden Markstrahlzellen des axialen Holzringes einwirkt und diese zur Streckung und Theilung, zur Bildung von breiten Streifen zartwandigen Dilatationsparenchyms veranlasst. Diese Streifen setzen sich nun auch in das Mark hinein

fort, indem daselbst die bereits differenzirten Markzellen in Theilung treten, und verbinden sich in der Achse mit einander. Jedes Holzsegment erhält also an seiner Innenseite ein Stück des axialen Holzes und des Markes. In Fig. 62 b Taf. VI sind 5 solcher Parenchymstrahlen in der Mitte zusammengestossen. Je nach den Stämmen verschieden tritt die Zerklüftung früher oder später ein, wechselt die Zahl der Dilatationsstreifen, werden diese breiter oder schmäler.

Fig. 62 c Taf. VI stellt den Querschnitt eines 7 cm dicken alten Stammes dar. Hier sehen wir acht getrennte Hauptsegmente, die wieder von aussen durch Furchen verschiedenen Alters eingeschnitten sind. Im Innern des Stammes haben sich die Verhältnisse nicht wesentlich geändert. Bei andern Tetrapteris-Arten (s. u.) werden in gleichalten Stämmen die Segmente viel weiter auseinandergeschoben, weiter zerklüftet und durch Neubildungen verändert. In dem Stamm der Fig. 62 c Taf. VI ist im Innern der axiale Holzring durch nachträgliche Dilatation in einzelnen Markstrahlen in eine grössere Anzahl von kleinen Strängen, die oft nur aus wenigen Holzelementen bestehen, gespalten, und ebenso ist die Zerklüftung des Markes weiter vorgeschritten. Kleine isolirte Gruppen oder Stränge von Markzellen liegen eingebettet in dem vermehrten zartwandigen Dilatationsparenchym. Dieses letztere gleicht alle inneren Spannungen durch Theilungen nach den entsprechenden Richtungen hin leicht aus. An der Anordnung seiner Zellen erkennt man leicht, in welcher Richtung die Spannung gewirkt hat.

Nicht allein in radialer sondern auch in tangentialer Richtung findet Zerklüftung der innern Holztheile und des Markes statt.

Wie diese Vorgänge im Einzelnen sich abspielen, davon giebt der Querschnitt Fig. 63 Taf. VI, der einem 2 cm dicken Stamm obiger Art von Blumenau (Nr. 56) entnommen ist, eine Vorstellung. In diesem Stamme, der ungefähr ein ähnliches Bild wie dasjenige der Fig. 62 b bot, waren bereits 8 grössere Holzsegmente getrennt, das axiale Holz erschien in über 20 grössere und kleinere, noch in einem Kreis angeordnete Stränge zerklüftet, einige davon nur aus wenigen Elementen sich zusammensetzend. In der Fig. 63 bezeichnen axyl 3 solcher Segmente des axialen Holzes und mm 2 Gruppen unveränderter Markzellen, alle getrennt durch Dilatationsparenchym, das auch weiter nach aussen an der Grenze des axialen Holzes losgesprengte Holztheile, xyl, trennt. Wie aus der Figur zu ersehen, sind es bereits fertig differenzirte Elemente gewesen, die wieder in meristematischen Zustand übergehen und zu dem dünn-

wandigen Parenchym werden, indem sie sich in der Richtung des stärksten Zuges theilen. Nicht nur Markzellen und Markstrahlzellen theilen sich, sogar das Holzparenchym, das als Belagzellen die Gefässe umgiebt, kann wieder gestreckt, dünnwandig und theilungsfähig werden, wie in der Figur an dem grossen losgesprengten Gefäss zu ersehen ist. Nicht selten werden kleine Bündelchen von Holzfasern oder einzelne Gefässe mit benachbarten Holzelementen auseinandergeschoben. Da nun die Markstrahlen sich nicht in Form von mehrschichtigen Gewebeplatten wie bei Aristolochia auf weite Strecken der Länge nach durch den Holzkörper hindurchziehen, sondern meist ein-, selten mehrschichtige Strahlen von gewöhnlicher Beschaffenheit und Höhe vorstellen, so ist es klar, dass bei der Längsspaltung das trennende Zwischengewebe aus mehreren über- und nebeneinander stehenden Markstrahlen hervorgehen muss. Die Holzfasern, die im Wege stehen, werden dann verschoben und nehmen schrägen oder queren Verlauf an. Auf Längsschnitten durch die centrale Parthie des Stammes sieht man diese Fasergruppen in schrägem Verlauf, isolirt oder im Winkel noch mit den benachbarten Holzsträngen in Verbindung, oft in wirrer Weise in das Dilatationsparenchym eingebettet. Fig. 64 Taf. VI stellt einen Theil des Längsschnitts dar und zeigt an dem Gefäss rechts deutlich die Dilatation der Belagzellen, links ein Holzfaserbündel.

Mit der Bildung des Dilatationsparenchyms ist die Anomalie der Structur erst begonnen. Hat es eine gewisse Mächtigkeit erreicht, dann entstehen an den losgesprengten Holzsegmenten aus seinen angrenzenden Zellen Cambien, die nun nach ihrer relativen Innenseite neue Holzelemente an die vorhandenen anlagern und nach ihrer relativen Aussenseite Phloëmelemente abscheiden. Diese Neubildungen beginnen aber nicht überall gleichmässig, sondern gehen von einzelnen Punkten aus, vor Allem zunächst an den Innenwinkeln der Hauptholzsegmente im Anschluss an die Furchencambien.

In dem dicken Stamm der Fig. 62 c Taf. VI von Tetrapteris Guilleminiana sind die letztgenannten Neubildungen noch nicht weit vorgeschritten; daher ist das Gesammtbild im Vergleich zu andern Arten noch nicht wesentlich verändert.

An der Aussengrenze des Holzkörpers ist ein regelmässiges Cambium vorhanden, das in die Furchen sich hineinzieht und eine im Uebrigen normale Phloëmzone erzeugt hat. Aussen findet Borkenbildung statt.

Von Tetrapteris inaequalis Cav. sammelte ich den in Fig. 65 Taf. VI abgebildeten eigenthümlichen, 12 cm dicken alten Lianen-

stamm in der Serra dos Orgãos, leider ohne die zugehörigen jugendlichen Stadien. Auch dieser Stamm zeigt tiefe Furchen. Die vorspringenden Holzrippen zwischen den Furchen waren ausserordentlich stark tordirt in einer Spirale etwa von 45 ° Neigung. Folge dieser nachträglichen starken Torsion war eine vollständige Längstheilung des Holzes in 7 umeinander gedrehte Holzkörper. Die Theilung hat sich auf den Verlängerungen von Hauptfurchen vollzogen und die Holzstränge hatten sich auf der Innenseite zum Theil mit neu gebildeter Rinde und Periderm bedeckt. Jedenfalls dürfte der Spaltung zunächst eine Zerklüftung im Innern durch Dilatationsparenchym nach Art des Stammes von voriger Tetrapteris-Art vorausgegangen sein. Anzeichen hiervon waren an den Innenwinkeln der Holzsegmente hier und dort noch zu erkennen.

Die vollkommenste Lianenstructur unter den von mir gesammelten Lianenhölzern der Gattung Tetrapteris besitzt eine bei Rio in dem Walde am Corcovado sehr häufig auftretende, leider mangels Blätter und Blüthen nicht näher bestimmbare Art, von der ich mehrere dicke Stämme (Nr. 500, 612, 630, 497) sammelte. Der regelmässigste unter denselben ist in Fig. 66 b Taf. VI dargestellt, wozu Fig. 66 a Taf. VI als jüngeres Stadium gehört. In dem 3 cm dicken Stamm der Fig. 66 a hat sich die Zerklüftung bereits in ganz ähnlicher Weise wie oben geschildert vollzogen. Fig. 66 c Tafel VI stellt den centralen Theil eines Querschnittes dieses Stammes bei stärkerer Vergrösserung dar. Von 2 gegenüberliegenden Hauptfurchen aus ist die Dilatation des axialen Holzes und Markes in 2 Hälften erfolgt, jede Hälfte ist in verschiedener Weise weiter gesprengt. Eine kleine Gruppe unveränderter Markzellen ist von einer Hälfte abgerückt, das axiale Holz zum Theil links vom Marke vollständig abgetrennt. Die Bastfasergruppen in dem Phloëm der Hauptfurchen sind in der Figur schattirt angedeutet. Das periaxiale Holz erscheint scharf abgesetzt gegen das englumige axiale.

Die Zerklüftung schreitet nun weiter, und das Dilatationsparenchym vermehrt sich und rückt die durch die Hauptfurchen umschriebenen Holzsegmente weiter auseinander. An den Seiten derselben und an den kleinen Holzsegmenten der innern Parthie entstehen, soweit nicht schon vorhanden, neue Cambien, die die weitere Verdickung unter Furchenbildung der Holzkörper besorgen und diese mit Phloëmzonen umgeben, und so kommt schliesslich die eigenthümliche Kabelstructur der älteren Stämme (Fig. 66 b Taf. VI) zu Stande. An den Innenwinkeln der im Kranz stehenden tiefgefurchten grösseren Holzsegmente

sind noch Theile des axialen Holzringes, wie in der Figur angedeutet, zu erkennen. Die übrigen Stämme dieser Art zeigen im Wesentlichen dieselbe Structur mit Variationen in der Zahl und Grösse der tiefgefurchten Hauptsegmente.

Das Holz zeigt an und für sich nichts Bemerkenswerthes. Im axialen Holz messen die Gefässe 0,005 mm, im innersten periaxialen Holz ca. 0,15 mm, im äusseren bis 0,25 mm. Neben den weiten treten wieder Gruppen englumiger trachealer Elemente auf; die Grundmasse besteht aus Holzfasern und Holzparenchym.

Von Tetrapteris multiflora Juss. besitze ich nur einen 2,5 cm dicken Stamm von Rio, welcher ein ähnliches Bild zeigt wie Fig. 62 b Taf. VI von Tetr. Guilleminiana.

In der Litteratur finden wir zuerst von Jussieu in seiner Monographie der Malpighiaceen die abweichende Structur der Tretrapterislianen erwähnt. Von Tetr. Guilleminiana giebt er Taf. III Fig. 5 die Abbildung eines jungen, erst einige seichte Furchen zeigenden Stammes, erwähnt aber (p. 112) für ältere Stämme dieser Art die Zerklüftung. Sodann bildet er in Fig. 7 und Fig. 8 derselben Tafel 2 Tetrapterisstämme ab, die ähnliches Verhalten zeigen wie meine Figuren 62 b und 66 a Taf. VI, und erwähnt ferner (p. 112), dass sich ähnlich auch Tetrapteris punctulata, Lalandiana und sericea verhielten. Vielleicht wird sich herausstellen, dass die Mehrzahl der Arten demselben Typus folgt.

Jussieu (p. 110) vergleicht die Lossprengung der vorspringenden Holzlappen dieser Stämme mit der Bildung einer Insel aus einer Halbinsel; er meint, das Rindengewebe setze sich nach innen zu fort und löse so die Holzstränge los.

Auch Crüger (Bot. Ztg. 1852 p. 467 Fig. 5—8 Taf. VI) hat Stämme einer Tetrapteris-Art abgebildet und beschrieben. Aus seiner Darstellung ist aber der Vorgang der Zerklüftung im Einzelnen nicht zu ersehen.

Erst bei De Bary (p. 619 ff.) finden wir eine im Allgemeinen richtige Darstellung der Vorgänge, die bei der Zerklüftung gewisser Malpighiaceen, Bignoniaceen und Sapindaceen sich abspielen.

Die Gattung Mascagnia, die mit Tetrapteris verwandt ist, enthält gleichfalls Formen mit zerklüfteten Holzkörpern. Ich sammelte bei Rio den in Fig. 67 a Taf. VI abgebildeten 2,3 cm dicken Stamm, nach Niedenzu zu M. elegans Gris. oder einer dieser nahe verwandten Species gehörig. Derselbe enthält 8 peripherische, gleich grosse, aussen etwas gefurchte Stränge und eine grössere, zum Theil

zerklüftete centrale Holzmasse im Umkreis des intacten axialen Holzringes. Im Umkreis eines jeden Holzstranges findet sich eine active Cambiumzone, die ringsum auch Phloëm erzeugt hat. Die peripherischen Stränge waren ursprünglich, wie die Untersuchung junger Stämme lehrt, mit dem axialen Holzring verbunden als vorspringende Leisten. Sie wurden durch Dilatation des Parenchyms an der inneren Grenze des periaxialen Holzes abgesprengt und nun entstand in der Umgebung des axialen Holzes ein neues Cambium, das wiederum periaxiales Holz nach innen anlagerte. In diesem ist die weitere Zerklüftung zum Theil schon vollzogen. So kommt eine typische Kabelstructur zu Stande, welche sehr an die Stämme gewisser Sapindaceen mit primär angelegten peripherischen Holzsträngen erinnert. Alles periaxiale Holz besitzt in reichlicher Entwicklung zahlreiche mehrschichtige, tangentiale Bänder und Gruppen von unverholztem dünnwandigen Parenchym (Fig. 67b Taf. VI), welches bei der Zerklüftung ohne Weiteres in Theilung und Vermehrung eintreten kann. Der Holzkörper von Mascagnia elegans ist dadurch viel weicher als der von Tetrapteris.

Aehnliche Structur weist ferner die von Dr. Schwacke aufgestellte neue Gattung Mezia in ihrer einzigen Art M. Araujei Schw. auf. Ich verdanke der Güte des Herrn Dr. Schwacke das in Fig. 68 Taf. VI im Querschnitt abgebildete ältere Stammstück, am Rio Novo in der Provinz Minas von Araujo gesammelt. Der axiale Holzring bleibt hier intact. Das periaxiale Holz dagegen wird von innen nach aussen in grössere, nachträglich sich mit Phloëmzonen umgebende Stränge zerklüftet. Die grösseren peripherischen Holzsegmente springen in Form starker Längsrippen nach aussen vor.

Endlich enthält die Gattung Banisteria Lianen mit zerklüftetem Holzkörper. Drei verschiedene Lianen meiner Sammlung scheinen zu dieser Gattung zu gehören. Ihre Bestimmung ist indessen noch fraglich, und daher führe ich sie nur mit Vorbehalt an dieser Stelle an.

Der in Fig. 69 Taf. VII vergrösserte, bei Rio gesammelte 5 cm dicke Stamm, welcher nach Niedenzu's Bestimmung den Blättern nach zu B. (?) macrophylla Juss. gehört, erinnert in seiner Structur etwas an Mezia und Mascagnia. Er ist sehr weich durch die massenhafte Entwickelung von Dilatationsparenchym, das eine Anzahl gelappter grösserer, peripherischer Stränge vom axialen Holz abgesprengt hat. Das Holz enthält Querbinden von dünnwandigem Holzparenchym, auf dem sich von innen nach aussen fortschreitend in den Holzsegmenten die Zerklüftung abspielt. Auch in dem axialen Holz, in dessen Umkreis nachträglich durch neu entstandene Cambien neue Stränge peri-

axialen Holzes angelagert werden, finden sich solche tangentiale Binden. Die Beschreibung, welche Jussieu (l. c. p. 109) von dem Stamm dieser Art giebt, stimmt im Allgemeinen mit meinem Stamm überein.

Mehr an die Tetrapterisstämme erinnert dagegen eine in der Serra dos Orgãos gesammelte Liane, nach Niedenzu Banisteria argentea Spr. Zwei dicht umwundene, stark tordirte, an der Berührungsfläche flach aufeinander gepresste Stämme von ca. 3 cm Dicke zeigten den Holzkörper durch tiefe radiale Furchen in eine grössere Anzahl schmaler, rosettenartig angeordneter und im Innern nachträglich von einander getrennter Segmente zerklüftet. Im Innern des Stammes war das axiale Holz und die inneren Theile der Hauptsegmente durch tangentiale und radiale Zerklüftung in eine grosse Anzahl kleiner Holzstränge zertheilt.

Ein 2,2 × 1,7 cm dicker Stamm von Banisteria Riedeliana Rgl., von Rio, hatte intactes axiales Holz und im Umkreis desselben ca. 9 grössere, im Kreise stehende losgesprengte Holzsegmente neben kleinen Holzsträngen an deren Innenseite.

Jussieu bildet auf seiner Taf. III Fig. 6 h_4 einen älteren, über 6 cm dicken Stamm von Banisteria nigrescens ab, welcher mehrere grössere, vom centralen Holz losgesprengte, stark tordirte Holzstränge zeigt. Solereder (p. 90) will aus dieser Figur auf das Auftreten secundärer unregelmässiger Zuwachsringe schliessen, welcher Ansicht ich mich auf Grund des Verhaltens aller übrigen beobachteten Malpighiaceen nicht anschliessen kann. Auch Karsten giebt (Veget.org. d. Palmen p. 139) in seiner Fig. 7 Taf. VI den Querschnitt eines Stammes von Banisteria nigrescens Juss., in dem die Lostrennung der Holzvorsprünge von dem axialen Holz an einigen Stellen soeben begonnen hat. Die Vorstellung Karsten's von der Herkunft des Dilatationsparenchyms, das die Holzlappen trennt und das nach ihm durch endogene Neubildung von Zellen innerhalb des Holzgewebes hervorgehen soll, verdient nur als Curiosum erwähnt zu werden.

4. *Stigmatophyllon-Typus* (Fig. 70, 71 Taf. VII).

In der Gattung Stigmatophyllon erreicht die Zerklüftung des periaxialen Holzkörpers ihre höchste Stufe, vollzieht sich aber in einer von Tetrapteris, Mascagnia etc. abweichenden Weise. Furchenbildung kann zwar auch hier an alten Stämmen hin und wieder eintreten, hat aber keine Bedeutung für die nachträglichen Veränderungen im Holzkörper. Das periaxiale Holz wächst mit normalem Cambium aussen in die Dicke und ist von einer breiten normalen Phloëmzone

umzogen. Es enthält reichlich dünnwandiges Holzparenchym in Querzonen und breite dünnwandige Markstrahlen, wodurch die festen Elemente des Holzes in einzelne Stränge aufgelöst erscheinen. Früher oder später beginnt nun das Parenchym local sich zu theilen und im Anschluss an die einzelnen Holzstränge neue Cambien zu bilden, die nun ihrerseits Phloëm und Holz bilden. Diese Vorgänge beginnen im Innern und schreiten nach aussen zu fort in gleichem Maasse, als neues periaxiales Holz vom Cambium nach innen zu abgeschieden wird.

Sehr ausgeprägt ist die Anomalie bei Stigmatophyllon acuminatum Juss., einer dickstämmigen, in der Umgebung von Rio sehr häufigen Waldliane. Von mehreren daselbst gesammelten älteren Stämmen besitzt der älteste einen Durchmesser von 10 cm. Er ist aussen mit mehreren nicht sehr tiefen, spiralig verlaufenden Längsfurchen versehen, in die die Rinde in gleicher Dicke sich hineinzieht. Ein Stamm von 7 cm dagegen war regelmässig cylindrisch, ohne Furchen. Der Holzkörper zeigt im Querschnitt (siehe Fig. 70 Taf. VII) ein höchst complicirtes Bild. Charakteristisch ist die reichliche Entwicklung weicher Gewebemassen, in welche die festen Holzelemente in Form von Strängen eingebettet verlaufen. Die Stämme sind daher sehr weichholzig, biegsam und durch Saftreichthum ausgezeichnet St. acuminatum gehört zu den sog. Wasserlianen.

In der Achse des Holzes sieht man (Fig. 70 Taf. VII) das Mark umgeben von dem intact gebliebenen axialen Holzring. Das periaxiale Holz setzt sich scharf ab und besteht im Innern aus einer sehr grossen Anzahl in unregelmässige Zonen angeordneter Stränge, die an ihrer Aussenseite von Weichbaststrängen begleitet werden und eingebettet sind in reichlich entwickeltes dünnwandiges Parenchym. Jeder Holzbaststrang wächst mit besonderem schmalem Cambiumstreifen in die Dicke, erfährt dabei eine Erbreiterung nach aussen und kann nun weiterhin in radialer Richtung weiter zerklüftet werden. Alle diese zahlreichen inneren Cambien und ihre Producte sind secundären Ursprungs. Erst in einer gewissen Entfernung von dem normalen Aussencambium werden sie neu gebildet aus dem Holzparenchym.

Ueber die Beschaffenheit des periaxialen Holzes und die Entstehung der neuen Cambiumstreifen giebt Fig. 71 Taf. VII Aufschluss. Das Holzparenchym zeigt hier ebenso wie bei Cissus und Mucuna eine Differenzirung in zweierlei Elemente, in dünnwandiges unverholztes Parenchym und in verholzte, etwas verdickte, die Gefässe in wenigen Schichten umgebende Belagzellen. Das erstere bildet mit den breiten, ebenfalls dünnwandigen unverholzten Markstrahlen die Grundmasse

des Holzes. Die bis 0,50 mm weiten grossen Gefässe werden begleitet von einigen englumigen Gefässen, umgeben von einem Mantel von Belagzellen, an die sich Holzfasern gruppenweise anschliessen, und verlaufen so als feste Röhren in der weichen Grundmasse. Ausserdem sind in letztere eingebettet zahlreiche Stränge von Holzfasern (siehe Fig. 71 Taf. VII). Die Holzfasern sind sehr schmal und bis zum Schwinden des Lumens mit einer gallertigen Innenschicht verdickt.

Das axiale Holz dagegen enthält gar kein dünnwandiges Parenchym, seine Gefässe messen nur 0,05 mm Weite.

Das dünnwandige Parenchym des periaxialen Holzes nun ist befähigt, sich zu theilen und neue Cambien zu bilden. In Fig. 71 Taf. VII sieht man an zwei Stellen solche Cambien, die schon nach aussen Weichbast abgeschieden haben, dessen älteste Siebröhren zu tangentialen Streifen von Hornbast obliterirt und zusammengepresst erscheinen. An zahlreichen Stellen entstehen so in einer gewissen Entfernung vom Aussencambium neue Cambien, die nun weiterhin die innen angrenzenden Holzstränge verdicken und nach aussen reichliches Phloëm absondern. Infolge der vielfachen Spannungen, die dadurch im Innern des Stammes sich geltend machen, findet in dem umgebenden Parenchym fortgesetzt Streckung und Theilung zur Ausgleichung derselben statt.

Schon frühzeitig treten in jungen Stämmen diese Neubildungen auf, bereits wenn das periaxiale Holz erst einige mm Durchmesser erreicht hat. Nirgends habe ich beobachtet, dass von dem normalen Aussencambium schon Siebstränge nach innen zwischen die Holzelemente abgeschieden werden, wie es bei der Papilionacee Mucuna stattfindet, oder dass vom Aussenphloëm durch Ueberspringen des Hauptcambiums auf weiter auswärts gelegenes Parenchym, wie es bei Strychnos der Fall ist, Theile in den Holzkörper eingeschlossen werden.

Auf Längsschnitten sieht man die einzelnen Holzbaststränge geschlängelten Verlauf nehmen und in zahlreichen Anastomosen mit einander in Verbindung; die Weichbaststränge stellen so ein geschlossenes Siebröhrensystem dar, das den Stamm aufwärts durchzieht bis in die Holzkörper der jungen Zweige. In welcher Weise sich dieses System an die normale Aussenphloëmzone ansetzt, habe ich an meinem Material nicht ausfindig machen können. Vermuthlich finden Verbindungen beider Systeme beim Abgang von Aesten statt.

Dem Wesen nach schliesst sich die Structur von Stigmatophyllon an Tetrapteris an, denn bei beiden findet Dilatation im Holz und nachträgliche Cambiumneubildung statt. Dieselbe Anomalie ist nur in verschiedener Weise in beiden Typen zur Ausprägung gekommen.

Stigmatophyllon puberulum Gris. schliesst sich in dem Verhalten des Dickenwachsthums vollständig an St. acuminatum an. 2,5 cm dicke Stämme, die ich in der Provinz Rio sammelte, unterscheiden sich von voriger Art durch die tiefgefurchte rissige Borke und durch etwas festeres Holz.

Ebenso zeigt Stigmatophyllon tomentosum Juss. an einem 2 cm dicken Stämmchen von Blumenau deutlich die nachträgliche Zerklüftung.

Die eigenthümliche Structur von Stigmatophyllon acuminatum ist bereits Jussieu (p. 113, Fig. 2 Taf. III) aufgefallen. Er stellt sich vor, dass das Rindengewebe in Form eines den Holzkörper in einzelne Stränge auflösenden Netzes in diesen eindringe. Auch St. Finlayanum und St. affine, ferner St. Gayanum und St. ciliatum[1]) sollen dieselbe Structur besitzen, während er dagegen für St. emarginatum (p. 103, Fig. 1 Taf. III) nur einen schwach gefurchten Holzkörper an einem 1 cm dicken Stamm mit im Uebrigen gewöhnlicher Structur angiebt. Es sollen indessen nach ihm bei letzterer Art die Markstrahlen von tangentialen Linien gleicher Beschaffenheit durchschnitten werden. Ich vermuthe, dass an älteren Stämmen in diesen Streifen von Holzparenchym Cambien sich bilden und Holz- und Bastmassen erzeugen gerade so wie bei den übrigen Arten. Die Anomalien stellen sich bei der einen Art früher, bei der anderen später ein.

De Bary (p. 621) hat 1 cm dicke Aeste von St. ciliatum[1]) untersucht und will, abgesehen von der Zerklüftung des Holzes und Markes und der Neubildung von Holz und Bast aus Cambiumstreifen, die in dem Dilatationsparenchym an den getrennten Holzabschnitten auftreten, auch neue aus Folgemeristemen entstehende, selbständig in die Dicke wachsende Holz- und Baststränge im Mark selbst direct verfolgt haben. Diese letztere Angabe erscheint mir etwas zweifelhaft, da die Cambiumstreifen sich bei allen untersuchten Malpighiaceen stets an den bereits vorhandenen losgesprengten Holzsträngen bilden.

5. *Interxylärer Weichbast nach dem Mucuna-Typus bei Dicella.*

Fr. Müller gab (Bot. Ztg. 1866 p. 59) zuerst an, dass bei einer südbrasilischen Dicella im Holzkörper Streifen eines weichen gefässlosen Gewebes auftreten. De Bary (p. 596) untersuchte diese Art genauer und fand, dass das secundäre Holz zartwandige Gewebemassen

---

[1]) Diese Art habe ich übrigens an der brasilischen Küste nur als krautigen Winder in der Restinga oder an der Landgrenze der Mangue angetroffen und bezweifle, dass sie holzige Stämme bildet. Es ist mir daher fraglich, ob Jussieu oder De Bary Stämme gerade dieser Art vorgelegen haben.

enthält, die von weiten Parenchymzellen, Siebröhren und engen drusenführenden Krystallschläuchen gebildet werden und in Form von anastomosirenden platten, im Querschnitt unregelmässig concentrische Ringabschnitte vorstellenden Strängen zwischen der derberen Holzmasse auftreten. De Bary konnte an seinem Material die Entwicklung des so zusammengesetzten Holzkörpers nicht sicher verfolgen, meint aber, dass die ganze Holzmasse an der Innenseite einer zarten einschichtigen Cambiumzone entstehe. Aus Krüger's Angaben (p. 12) über Dicella ist kein Schluss auf die Herkunft der Siebröhren im Holze zu ziehen.

Solereder (p. 89) bestätigt für Dicella holosericea Juss. var. argentea und D. macroptera Juss. das Auftreten solcher interxylärer Weichbastinseln und giebt an, dieselben würden vom Cambium nach innen producirt. Sie sollen für diese Gattung, wie auch Niedenzu (Ber. Bot. Ges. 1890 p. 193) angiebt, charakteristisch sein.

Neuerdings hat nun R. Chodat (Archives des sc. phys. et nat. Genève 1892 p. 15 ff.) 2 Arten dieser Gattung aus Paraguay, nämlich Dicella bracteosa Gris. und Dicella nucifera Chod., eingehender untersucht und ebenfalls constatiren können, dass die tangentialen breiten, unregelmässigen Bänder von Parenchym mit Siebröhren, welche den Holzkörper durchsetzen (cf. seine Fig. 7 auf Taf. I), vom Cambium aus nach innen producirt werden, indem zunächst an den betreffenden Zellen das Cambium zartwandige Meristemzellen abscheidet, aus denen dann die Differenzirung der Siebröhren mit ihren Geleitzellen stattfindet. Stets sind die Siebröhren von den Holzelementen getrennt durch eine Schicht von zartwandigem Parenchym. Sie werden also hier wie bei den Combretaceen, Mucuna etc. gebildet. Dickenwachsthum der holzständigen Weichbastinseln mit Hülfe nachträglich entstehenden Cambiums scheint bei Dicella nicht vorzukommen, es wird wenigstens nicht angegeben, während es bei Stigmatophyllon in hohem Maasse stattfindet. Im Uebrigen dürfte Stigmatophyllon nur graduell von Dicella verschieden sein; bei ersterer differenziren sich die Siebröhrengruppen aus dem zartwandigen Holzparenchym in viel grösserer Entfernung vom Cambium unter Bildung von Cambiumsträngen, bei letzterer dagegen unmittelbar innerhalb des Cambiums aus den soeben von diesem abgeschiedenen zartwandigen Meristemzellen.

§ 26.

Polygalaceae.

Nur vier Gattungen stellen Vertreter zu den Lianen, Comesperma Windesträucher, Bredemeyera und Securidaca Zweigklimmer und Moutabea, deren Klettermodus mir unbekannt ist.

Für diese Gattungen ist anomales Dickenwachsthum charakteristisch, während die übrigen nichtkletternden Gattungen der Familie alle normalwüchsig sein dürften. Ob die Anomalie, die in successiver Bildung von concentrischen Holzbastringen besteht, allen kletternden Arten obiger Gattungen zukommt, bleibt noch dahingestellt, da erst ein Theil der Arten anatomisch untersucht ist.

Die anomale Structur von Securidaca ist schon länger bekannt. Decaisne (Archives du mus. 1839 I p. 205) giebt sie für S. volubilis an. Crüger hat dann diese Art (Bot. Ztg. 1850 p. 161, Taf. IV Fig. 1—8) eingehender untersucht und F. Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 59, Taf. III Fig. 6) dieselbe Structur auch für eine bei Desterro auftretende Art nachgewiesen. Ich habe die letztere, welche S. lanceolata St. Hil. vorstellt, als eine der häufigsten Lianen in Sa. Catharina angetroffen. Sie bildet ebenso wie die bei Rio häufige S. Sellowiana Klotzsch über fussdicke Stämme, die auf Querschnitten zusammengesetzt erscheinen aus zahlreichen successiven, das normale Centralholz umgebenden Holzbastringen.

Nach einer Angabe von Hérail (p. 233) soll dagegen S. volubilis nur in der Wurzel die Anomalie aufweisen, während der Stamm normal sei, eine Angabe, die sicher auf einem Irrthum beruht.

Für Comesperma giebt De Bary (p. 606) wiederholte Bildung von Zuwachsringen an. Für Bredemeyera war sie bisher nicht bekannt. Für Moutabea Guyanensis hat sie Chodat (p. 47 und Taf. V Fig. 4) kürzlich nachgewiesen.

Was die Structur der Stämme von Securidaca lanceolata und S. Sellowiana anbelangt, so verhalten sich beide Arten übereinstimmend und zeigen Querschnittsbilder, wie sie in Fig. 74 Taf. VII für erstere, in Fig. 72 und 73 Taf. VII für letztere Art dargestellt sind. Der dickste Stamm meiner Sammlung misst ca. 12 cm Durchmesser (Fig. 73 Taf. VII), aber häufig trifft man noch dickere Exemplare an. Auch Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 163) erwähnt, dass Stämme von ca. 50 cm Dicke bei Sec. volubilis L. nichts Seltenes auf Trinidad seien.

Der junge Stamm wächst normal bis zu einer gewissen Dicke, die je nach den Trieben verschieden ist, aber 1 cm Durchmesser nicht überschreitet. Alsdann stellt das ursprüngliche Cambium seine Thätigkeit ein, und ausserhalb der Phloëmzone im Pericykel entsteht der erste secundäre Zuwachsring von etwa 3 mm Dicke, ausserhalb des Phloëms desselben sodann der zweite, ebenso der dritte Ring u. s. f. In der Regel ist in den Stämmen anfangs diese Apposition nach 2 gegenüberliegenden und mit den Blattinsertionen alternirenden Seiten hin gefördert, so dass eine Abflachung eintritt (vgl. Fig. 72 Taf. VII). Auch kommt es häufig vor, dass bloss nach einer Seite hin die Anlagerung der späteren Holzringe sich vollzieht, wie es beispielsweise an dem dicken, in Fig. 73 Taf. VII abgebildeten Stamm der Fall ist. In der Regel aber gleichen sich nachher diese Differenzen wieder aus und die Stämme werden mehr oder weniger cylindrisch. Es kommen mannigfache Variationen in diesen Verhältnissen vor.

Die Holzringe sind dementsprechend nicht immer und überall regelmässig concentrisch ausgebildet und keilen sich nach den im Wachsthum zurückgebliebenen Seiten spitz aus. Hier und dort werden die Ringe von breiten radialen Streifen von zartwandigem Grundgewebe, die die mit den Holzlagen alternirenden Phloëmlagen verbinden, durchsetzt und in Ringstücke zerlegt. Die Zahl dieser Verbindungsstreifen ist in den einzelnen Stämmen und bei derselben Art eine wechselnde. So stellt Fig. 74 Taf. VII einen von Fritz Müller bei Desterro gesammelten Stamm von S. lanceolata (vgl. seine Figur Bot. Ztg. 1866, Taf. III Fig. 6) dar, welcher auffallend zahlreiche solcher Radialstreifen aufweist, während in der Regel auch bei dieser Art die Streifen nicht zahlreicher sind als bei S. Sellowiana. Die Ausbildung zahlreicher Parenchymstreifen bezeichnet entschieden einen Fortschritt in der Entwicklung der Securidacastämme zu einer vollkommeneren Lianenstructur insofern, als damit eine erhöhte Torsionsfähigkeit verbunden ist.

Der junge Stamm von S. lanceolata und Sellowiana ist ganz normal gebaut. Er besitzt ein stärkespeicherndes Mark, umschlossen von einem Holzkörper mit englumigen Gefässen, aussen einen wohlentwickelten Phloëmring, der von dem Pericykel bedeckt wird. Der letztere, pc in Fig. 75 Taf. VII, besteht anfangs aus 1—2 Lagen zartwandigen Parenchyms, auf welches nach aussen eine breitere Zone von Sklerenchymfasern, die durch zwischengelagertes dünnwandiges Parenchym theilweise isolirt sind, folgt. Dann kommt die etwa 5 Zelllagen mächtige, primäre grüne Rinde, zu äusserst die mit dicker

Aussenwand versehene Epidermis. Der Holzkörper erreicht 3—10 mm Durchmesser, worauf das Cambium seine Thätigkeit einstellt. Gewöhnlich ist schon das peripherische Holz durch weite Gefässe ausgezeichnet, die späterhin allgemein in den secundären Holzringen auftreten, und hebt sich dadurch schon makroskopisch von dem sehr festen, axialen englumigen Holz ab.

Bevor die secundären Holzbastringe auftreten, erfährt der Pericykel eine Veränderung. Seine innere, ein- bis zweischichtige Parenchymlage wird durch Theilung der Zellen in radialer Richtung zu einer breiten Zone von regelmässig radial angeordnetem, zartwandigem, stärkeführendem Parenchym. Die äusseren Lagen dieser Zone bilden sich zu oft unregelmässig gelagerten Steinzellen aus, die mehr oder weniger zu einem Ring zusammenschliessen. Bei weiterem Dickenwachsthum wird derselbe tangential auseinandergezerrt, wobei die benachbarten dünnwandigen Elemente zwischen die Steinzellen hineingedrängt werden und durch Verdickung den Ring wieder schliessen. Daraus resultirt in älteren Stämmen ein sehr unregelmässiges Aussehen der Elemente dieses Steinzellenringes. Die Sklerenchymfasern des jungen Stengels in der äusseren Parthie des Pericykels sind auch in älteren Rinden noch erhalten, aber weiter auseinandergeschoben durch die tangentiale Dehnung und Theilung der zwischen ihnen befindlichen Parenchymzellen (vgl. Fig. 76 Taf. VII), in denen sich auch Gruppen von Steinzellen ausbilden. Pericykel und primäre Rinde sind dann nicht mehr scharf von einander abgegrenzt. Die primäre Rinde bildet in den äusseren Schichten Kork. Fig. 76 Taf. VII demonstrirt die Bildung eines Zuwachsringes in einem älteren Stamm. Es bezeichnet sk den Steinzellenring, an dessen Innenseite das Pericykelparenchym pcp anschliesst, xyl die ersten Holzelemente, crib die ersten Phloëmelemente und c das Cambium eines neu angelegten Zuwachsringes, welcher durch das Zwischenparenchym zp von dem nächst älteren Zuwachsring $crib_1$, c_1, xyl_1 getrennt wird. Das neue Cambium c ist ungefähr in der Mitte des viele Zelllagen starken Pericykelparenchyms entstanden und hat dasselbe in 2 Parthien zerlegt, eine innere, die als sog. Zwischenparenchym zp in Dauerzustand übergeht, und eine äussere pcp, welche nun durch fortgesetzte Theilung der Zellen in radialer Richtung sich vermehrt, um dann später in ihrer Mitte wiederum einem neuen Cambium den Ursprung zu geben. Das zartwandige Zwischengewebe, welches die successiven Ringe trennt, hat fast gleichen Durchmesser wie die innen anstossende Phloëmzone und besteht aus ca. 12 und mehr Lagen regelmässig radial geordneter

Zellen, die sich nicht weiter theilen. Auch die radialen Verbindungsbrücken, welche hier und dort die Holzringe durchsetzen (siehe Fig. 73 u. 74 Taf. VII), bestehen aus solchem dünnwandigen Parenchym und entstehen dadurch, dass an den betreffenden Stellen bei der Anlage der Zuwachsringe das Cambium nur Parenchymzellen erzeugt. In den neu angelegten Holzringen werden zunächst nur Fasertracheiden und Markstrahlen differenzirt, erst später die Gefässe, während in den Phloëmringen frühzeitig Siebröhren und Bastfasern entstehen.

Da die Zellen des Pericykelparenchyms fast isodiametrisch sind, gewöhnlich nur etwas höher als breit, so müssen sie sich bei der Bildung der Cambien der Zuwachsringe activ unter gleitendem Wachsthum stark verlängern.

Was die Elemente des Holzes anbelangt, so besteht die Grundmasse aus sehr typisch ausgebildeten, mit grossen Hoftüpfeln versehenen Fasertracheiden, die überhaupt für die ganze Familie charakteristisch sind, wie auch Solereder (p. 70) angiebt. Im secundären Holz treten von Gefässen nur grosse (bis 0,30 mm Weite) netzleiterförmig verdickte Tracheen auf. Im axialen Holz sind die Gefässe alle sehr enge. Näheres über die Structur des Holzes siehe bei Strasburger (Bau u. Verricht. p. 281 u. 282).

Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 163) will bei S. volubilis L. im Innern älterer Stämme nachträgliche Dilatation in den Parenchymschichten, die die Ringe von einander trennen, beobachtet haben; die innere Ausdehnung alter Holzringe bewirke ein Auseinandertreten der Ringe an einzelnen Stellen, und in den entstehenden Lücken bilde sich Parenchym. Diese Angabe dürfte wohl auf einer irrthümlichen Auffassung des Dickenwachsthums beruhen, denn an meinem Material habe ich von nachträglicher Dilatation im Innern älterer Stämme nichts bemerken können. Wohl aber erleidet an der Peripherie des Stammes jeder neugebildete Zuwachsring einen Zug in tangentialer Richtung, solange der nächst ältere Ring noch im Dickenwachsthum begriffen ist, und dieser Zug wird ausgeglichen durch Dilatation oder Theilung auf den radialen Parenchymstreifen. Da die successiven Cambien aber relativ bald ihre Thätigkeit einstellen, so kann diese Dilatation nur ein sehr geringes Maass betragen.

Von der verwandten Gattung Bredemeyera steht mir nur ein 2 cm dicker Lianenstamm, den ich bei Pernambuco sammelte, zur Verfügung. Er gehört zu Br. Schenckiana Chodat n. sp. Wie aus Fig. 77 Taf. VII zu ersehen, folgt derselbe ebenfalls dem Securidaca-Typus, entwickelt aber breitere Holzringe. Der Stamm zeigt nur

einen Zuwachsring, der im Pericykel angelegt worden ist. Die eingeschlossene Ringzone von zartwandigen Elementen besteht grösstentheils aus dem Phloëm des centralen Holzkörpers und enthält nur einige Lagen Zwischenparenchym nach aussen zu.

Auch hier bildet der Pericykel einen dicken Ring sklerenchymatischer Elemente als Grenze gegen die primäre Rinde. Das Pericykelparenchym ist in dem vorliegenden erst einige Jahre (vielleicht nur 2) alten Stamme, nur in wenigen Lagen vorhanden, dürfte aber in älteren Stämmen grössern Durchmesser erreichen.

Das Holz ist ebenso beschaffen wie bei Securidaca. Die Gefässe messen 0,25 mm. Der Stamm ist bedeutend fester gebaut und härter als gleich dicke Stämme von Securidaca, die überhaupt in höherem Maasse Lianenstructur zeigt.

Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 161) erwähnt, dass die westindische Catocoma lucida Benth. (= Bredemeyera lucida), eine Pflanze, die, obgleich häufig auf andere Gewächse sich stützend, keine eigentliche Liane vorstelle, keine Anomalie aufweise. Es bleibt zu untersuchen, inwieweit die Bildung von Zuwachsringen für einzelne Arten charakteristisch ist. Möglicherweise tritt sie bei Br. lucida erst an älteren Stämmen auf.

§ 27.

Vochysiaceae.

Kletternde Arten treten nur in der Gattung Trigonia auf. So ist die in Brasilien häufige Trigonia candida Warming ein schwach windender Strauch. Von dieser Art sammelte ich bei Rio einen Stamm von 17 mm Dicke, von einer anderen Species (wahrscheinlich T. mollis) bei Blumenau dünnere Stämme, die alle normales Dickenwachsthum zeigen, ziemlich festes Holz besitzen, aber weitere Gefässe aufweisen als das sehr harte Holz der bei Rio als aufrechter Strauch vorkommenden Trigonia crotonoides Camb.

Das Holz enthält als Grundmasse hofgetüpfelte Fasertracheiden.

Die übrigen Vochysiaceengenera, welche nur Bäume und Sträucher enthalten, zeichnen sich durch bicollaterale Gefässbündel im Gegensatz zu Trigonia aus. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass bei einer nicht kletternden Gattung, Erisma, Weichbaststränge im Holzkörper als Anomalie auftreten (cf. Solereder p. 70), eine Abweichung von dem gewöhnlichen Verhalten, für welche wie bei Strychnos einstweilen eine Erklärung nicht gegeben werden kann.

§ 28.

Celastraceae.

Celastrus scandens L., aus Nordamerika, bei uns häufig angepflanzt, ist ein hochkletternder Windestrauch, dessen Stämme sehr dick werden können. Das sehr poröse Holz hat normales Wachsthum, zeichnet sich aus durch scharfe Markirung der Jahresringe und durch die weiten Gefässe des Frühlingsholzes.

Auch in Ostindien giebt es dickstämmige Celastrus-Lianen, so nach Gamble (1, p. 18; 2, p. 86) C. paniculata Willd., C. stylosa Wall., welche sich durch sehr breite Markstrahlen, weiches Holz und ebenfalls durch scharf markirte Jahresringe auszeichnen sollen.

Jussieu (Monogr. des Malp. p. 117) erwähnt einen in den Nilgherries gesammelten Stamm einer Celastrus-Art von 7 cm Dicke, welcher aussen drei spiralig laufende tiefe Furchen besass. Der Holzkörper zeigte stärkeres Wachsthum nach 3 Seiten, so dass der Querschnitt 3 vorspringende Lappen zeigte, von denen einer wiederum die Anlage einer Furche zeigte. Die Hauptfurchen erstreckten sich bis nahe an das Centrum des Stammes. Auch bei anderen Lianen kommen solche gefurchte Stämme vor, welche einen höheren Grad von Torsionsfähigkeit besitzen als einfach cylindrische.

Auch Evonymus tingens soll (cf. Solereder p. 100) nach Lindley gefurchte Holzkörper aufweisen. Sonstige Abweichungen sind aus der Familie nicht bekannt.

§ 29.

Hippocrateaceae.

Diese Familie umfasst in ihren beiden tropischen Gattungen Hippocratea und Salacia eine grössere Anzahl kletternder Sträucher, welche alle in ihrem biologischen Verhalten als Zweigklimmer Uebereinstimmung zeigen. Ich habe in Brasilien über ein Dutzend verschiedene Lianenstämme gesammelt, konnte aber von den wenigsten gleichzeitig Blüthen oder Früchte erlangen. Die Bestimmung der Arten nach den Blättern durch Vergleich mit den Herbarpflanzen des Berliner Museums liess sich wegen der grossen Uebereinstimmung in den Blattformen nicht vornehmen. In der nachfolgenden Uebersicht über die vorkommenden Structuren sind daher die Stämme nur mit den Nummern meiner Holz-

sammlung citirt. Es ist mir aus obigen Gründen leider nicht möglich mit Sicherheit anzugeben, in welcher Weise sich die 3 Typen, die sich bezüglich der Stammstructuren unterscheiden lassen, auf die beiden Gattungen vertheilen, vermuthe aber, dass Salacia sich allgemein auszeichnet durch wiederholte Cambiumbildung in dem Pericykel, Hippocratea durch breite Markstrahlen bei normalem Dickenwachsthum. Zu ersterer Gattung dürfte vielleicht auch der unter dem 1. Typus verzeichnete Stamm gehören.

1. Typus: Gefurchter Holzkörper (Fig. 78 Taf. VII).

Hierher gehört nur der in Fig. 78 Taf. VII abgebildete, 22 mm dicke Stamm einer in der Serra da Bica, Prov. Rio, gesammelten Hippocrateacee (Nr. 305). Der junge Stamm hat cylindrischen Holzkörper. Bei weiterem Dickenwachsthum bleibt in mehreren Längsfurchen die Holzbildung zurück, so dass der Weichbast in Form mehrerer Längsplatten in das Holz eingreift. Das Cambium zieht sich in die Furchen continuirlich hinein. Solche gefurchte Holzkörper treten in ganz ähnlicher Weise bei gewissen Malpighiaceen, Apocynaceen u. a. auf. Möglicherweise zeigen ältere Stämme der vorliegenden Art auch secundäre Zuwachsringe wie beim 3. Typus, da deren Bildung mitunter erst sehr spät eintritt. Ich vermuthe, dass die Art zur Gattung Salacia gehört.

Der Holzkörper besteht in seiner Grundmasse aus typischen Fasertracheiden, welche für die ganze Familie in hohem Grade charakteristisch sind. In diese eingestreut sind Gefässe von ca. 0,12 mm Durchmesser.

2. Typus: Holz mit breiten Markstrahlen (Fig. 79, 80 Taf. VII).

Die hierher gehörigen Stämme zeichnen sich ähnlich wie diejenigen von Aristolochia aus durch nach aussen breiter werdende primäre und secundäre Markstrahlen, die in Form von Parenchymstreifen den Holzkörper in schmale Platten zerlegen. Sehr ausgeprägt zeigt diesen Typus ein bei Rodeio, Prov. Rio, gesammelter Stamm von 3,5 cm Dicke (Nr. 452), der in Fig. 79 Taf. VII abgebildet ist. In demselben sind ca. 35 breite, aus den primären hervorgegangene Markstrahlen vorhanden, und die Holzplatten sind dann weiterhin durch secundäre, etwas schmälere Strahlen weiter zerlegt, derart, dass die Holzplatten ebenso breit sind als die primären Markstrahlen. Ausser diesen breiten Markstrahlen wird der Holzkörper noch von zahlreichen einschichtigen Markstrahlen gewöhnlicher Beschaffenheit durchzogen.

Auch die Phloëmzone, die aussen von einem zum Pericykel gehörigen Sklerenchymring abgegrenzt wird, wird von den breiten Mark-

strahlen zerlegt. Als Eigenthümlichkeit der breiten Markstrahlen ist hervorzuheben, dass sie in der Mittellinie eine Reihe rundlicher Nester von Steinzellen (Fig. 79, skn) enthalten. Ferner sieht man auf dem Querschnitt zwischen diesen Nestern dunklere, nach innen ausgebauchte Querbänder, in denen die Parenchymzellen bräunlichen Inhalt führen. Was diese Differenzirung für eine Bedeutung habe, ist schwer zu sagen. Nur so viel dürfte feststehen, dass die Stämme durch die Einlagerung breiter Markstrahlen eine erhöhte Torsionsfähigkeit erlangen.

Zu demselben Typus gehören ein 1,2 cm dicker Stamm einer Hippocrateacea von Rio (Nr. 324) und ein 1 cm dicker Stamm einer Art von Blumenau (Nr. 235); endlich als sicher bestimmte Art die Hippocratea ovata Lam., die als Kletterstrauch im Gebüsch der Restingaformation von Cabo frio auftritt. Ein Stamm von 1 cm Dicke zeigt (Fig. 80 Taf. VII) die breiten Markstrahlen und ausserdem buchtigen Contour des Holzkörpers, also zugleich eine Annäherung an den 1. Typus. Wahrscheinlich kommt der 2. Typus der ganzen Gattung Hippocratea zu und gehören auch obige Stämme zu dieser Gattung.

3. Typus: Wiederholte Cambiumbildung im Pericykel (Fig. 81—87 Taf. VII).

Eine grössere Anzahl von Stämmen folgen diesem Typus und bieten insofern Interesse, als sie sich in eine aufsteigende Reihe, je nach der Complication der Structur, einordnen lassen, ausgehend von Stämmen, in denen die Zuwachsringe spät auftreten und sehr breit sind, bis zu solchen mit sehr zahlreichen und schmalen Zonen mit typischem Lianencharakter.

Zunächst sei erwähnt eine dickstämmige Salacia-Art von Rio (Nr. 347, vielleicht S. brachypoda Peyr.). Der dickste Stamm meiner Sammlung von ca. 8 cm Durchmesser ist in Fig. 81 Taf. VII abgebildet. Wie aus der Abbildung zu ersehen, ist das Dickenwachsthum bis zu beträchtlicher Dicke (ca. $4^1/_2$ cm Dm. des Holzes) ganz normal. Erst dann, also nach mehreren Jahren, stellt das primäre Cambium seine Thätigkeit ein und es bildet sich im Pericykel ein secundäres Cambium, das nach innen einen nicht überall gleich dicken Holzring von ca. 1 cm Durchmesser, nach aussen eine schmälere Zone Weichbast anlagert, worauf im Pericykel ein tertiäres Cambium gebildet wird, dessen Thätigkeit in dem vorliegenden Stamm nicht überall eine gleiche war. An einigen Stellen ist derselbe noch nicht erzeugt worden, so dass von dem 2. Ringe nur Ringstücke und einzelne Stränge fertiggestellt sind.

An einem anderen Stamme derselben Art hatte der centrale Holzkörper bereits nach Erreichung von 3 cm Durchmesser sein Wachsthum sistirt und war von einem breiten secundären Holzring umgeben.

Aehnliche Differenzen treten häufiger auf bei Lianen mit successiven Zuwachsringen und deuten darauf hin, dass der Eintritt der Anomalie vielleicht ausser von inneren Ursachen auch von äusseren abhängig ist. Möglicherweise spielen die verschiedenen Zug- und Druckwirkungen, unter denen die Lianentaue stehen, hierbei eine Rolle.

Der Stamm wird aussen bedeckt von Kork, der ein auch bei zahlreichen anderen Arten der Familie auftretendes eigenthümliches, gelbröthliches Pigment enthält. Darunter folgt eine dünne Lage Rindenparenchym aus rundlichen Zellen, an welches nicht scharf abgegrenzt eine breite Zone von Parenchym stösst, mit zahlreichen, nach innen zu sparsamer werdenden Nestern von Steinzellen (vgl. Fig. 82 Taf. VII). Weiterhin folgen dann mehrere Lagen von Parenchym ohne Steinzellen und dann ebenfalls nicht scharf abgegrenzt die Phloëmzone des äussersten Zuwachsringes.

Die Steinzellenzone und das an sie nach innen anstossende Parenchym (Fig. 82, pc) repräsentiren zusammen den Pericykel, welcher in der Parenchymzone die secundären, tertiären etc. Cambien erzeugt. In Fig. 82 ist der zuletzt gebildete Zuwachsring (xyl, crib) noch schmal. Da derselbe mitten im Pericykelparenchym entsteht, so wird nach innen eine mehrschichtige Zone von in Dauerzustand übergehendem Parenchym desselben, sog. Zwischenparenchym, eingeschlossen.

Die Holzelemente sind dieselben wie bei allen übrigen untersuchten Hippocrateaceen. Die Gefässe messen im periaxialen Holz 0,20 mm Weite; im axialen Holz, das hier stark entwickelt ist (in Fig. 81 Taf. VII bezeichnet g seine Grenze), sind die Gefässe alle sehr englumig, messen nur 0,05—0,06 mm Weite. Das periaxiale Holz erscheint daher viel grösser und setzt sich scharf gegen das axiale ab. Bei den einzelnen Stämmen variirt die Dicke des festen axialen Holzes von ca. 7—20 mm Durchmesser. Der frühere oder spätere Eintritt der Bildung des periaxialen Holzes ist abhängig von der Stärke der Triebe und mag auch von äusseren Bedingungen beeinflusst sein. Obwohl das Holz sehr fest und hart ist, ist selbst in dem 8 cm dicken Stamm keine Kernholzbildung eingetreten, die überhaupt bei Lianen sehr selten vorzukommen scheint.

Der 3. Typus findet seine höchste Entwicklung unter den mir zur Verfügung stehenden Stämmen bei einer in der Serra dos Orgãos gesammelten Liane (Nr. 519), die wohl ebenfalls zu Salacia gehört

und in Fig. 83 Taf. VII abgebildet ist. Hier stellt schon das primäre Cambium seine Thätigkeit ein, wenn der zuerst gebildete Holzkörper etwa eine Dicke von 4—5 mm erreicht hat, und dann werden im Pericykel fortgesetzt neue Cambien gebildet, die zur Apposition von schmalen Holz- und Bastringen führen. Auf dem Querschnitt erscheinen dieselben nicht regelmässig concentrisch angeordnet, öfters unterbrochen und nicht überall gleich dick. In dem 6 cm dicken Stamm der Fig. 83 Taf. VII zählt man etwa 15—18 solche secundäre Ringe. Das Zwischengewebe ist hier nur sparsam vorhanden. Im Uebrigen hat der Stamm dieselbe Structur der einzelnen Elemente wie vorige Art, zeichnet sich aber vor dieser durch viel grössere Weichheit des Stammes infolge der zahlreichen eingelagerten Weichbastzonen aus und ist infolgedessen viel biegsamer und torsionsfähiger.

Beide Arten stellen die Extreme des 3. Typus dar, zwischen welche die übrigen Stämme als Uebergangsformen sich einschieben. So schliesst sich der in Fig. 84 Taf. VII abgebildete, 2,5 cm dicke Stamm der Liane Nr. 590 von Rio mehr an erstere Art an, nur beginnt die Bildung des secundären Holzringes schon bei 1 cm Durchmesser des Centralholzes und die successiven Ringe sind nur etwa 3 mm breit und ausserdem durch einige radiale Verbindungsstreifen von Zwischenparenchym zerklüftet.

Auch der in Fig. 85 Taf. VII dargestellte, 3 cm dicke Stamm von einer bei Blumenau gesammelten Hippocrateacee (Nr. 73) ist hier zu erwähnen. Die Holzringe sind mehrere mm breit. Bezüglich des Weichbastes ist zu constatiren, dass derselbe in nicht ganz regelmässiger Weise zu Ringen angeordnet erscheint. Einzelne Parthien desselben bilden Ringstücke oder isolirte Stränge im Holz, und zwischen denselben steht das Holz in continuirlichem Zusammenhang. Es findet hier also zum Theil nur eine partielle Neubildung von Cambien statt. In ausgeprägter Weise herrscht dies Verhalten in dem Fig. 86 Taf. VII dargestellten, 16 mm dicken Stamm von einer bei Rio auftretenden Hippocrateacee (Nr. 571). Wie bei Strychnos tritt hier der Weichbast auf in Form von isolirten kleinen, holzständigen Strängen, von denen die primären regelmässig in einem Kreise, die später entstandenen weniger regelmässig in concentrischen Kreisen sich anordnen. Der Holzkörper wächst aussen mittelst eines Cambiums normal in die Dicke, das Cambium scheidet die Baststränge nach aussen ab wie bei Strychnos. Nach der Bildung eines Baststranges bildet sich im Pericykel ausserhalb desselben ein neuer Cambiumstreifen, der sich mit

dem Hauptcambium vereinigt. Wir haben somit hier eine besondere Modification des 3. Typus vor uns.

Ganz ebenso verhält sich Salacia Regeliana K. Schumann aus Kamerun, von der ich einen 1 cm dicken Stamm im Berliner Herbarium untersuchen konnte.

Salacia serrata Camb. (Nr. 476) hat dieselbe Structur wie die in Fig. 83 Taf. VII abgebildete Hippocrateacee Nr. 519, bezeichnet also ebenfalls das Extrem des 3. Typus. Der in Fig. 87 Taf. VII abgebildete Stamm misst 2 cm Dicke und wurde bei Rio gesammelt.

Von Salacia fluminensis Peyr., welche in der Provinz Rio häufig vorkommt, besitze ich nur einen 2 cm dicken Stamm mit normaler Structur. Derselbe zeichnet sich durch scharfe Abgrenzung des dichten axialen Holzes gegen das poröse periaxiale aus und entspricht ganz dem Verhalten jüngerer Stämme von der Salacia Nr. 347 (cf. Fig. 81 Taf. VII). Wahrscheinlich treten bei Sal. fluminensis die secundären Holzringe auch erst in höherem Alter auf.

Zum 3. Typus gehört auch der mehrere cm dicke Stamm einer südbrasilischen Hippocrateacee, den Fritz Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 59, Taf. III Fig. 7) beschreibt und abbildet und zur Gattung Tontelea zu rechnen geneigt ist. Der Stamm zeigt Aehnlichkeit mit meiner Fig. 83 Taf. VII von Nr. 519 und gehört zur Gattung Salacia.

Anderweitige besondere Anomalien sind mir aus der Familie aus eigener Anschauung nicht bekannt geworden. Es erscheint mir fraglich, ob der von Krüger (p. 34) beschriebene Lianenstamm, von Dr. Ernst in Caracas gesammelt, wirklich, wie angegeben, zu Hippocratea scandens gehört. Derselbe soll nach Krüger in der Rinde 15—18 peripherische kleine Holzstränge nach Art der Sapindaceen mit zusammengesetztem Holzkörper besitzen. Diese Stränge verlaufen unter Anastomosenbildung der Länge nach durch die Rinde, sollen ein unscheinbares Mark besitzen und mittelst besonderer Cambien jeder für sich allseitig in die Dicke wachsen. Krüger giebt an, dass im Phloëm dieses Stammes keine Sklerenchymelemente auftreten, während dagegen allgemein in den von mir untersuchten Hippocrateaceen zahlreiche Bastfasern vorhanden sind, die beim Durchbrechen und Anschneiden der Stämme sofort durch ihren seidenähnlichen Glanz schon in die Augen fallen. Die peripherischen Holzstränge dürften in dem fraglichen Stamm secundär in der Rinde ihren Ursprung genommen haben. Aus der Beschreibung gewinne ich keinen Anhaltspunkt, zu welcher Familie er gerechnet werden könnte.

§ 30.

Vitaceae.

Die Gattung Vitis im weiteren Sinne (incl. Ampelopsis, Cissus) enthält zahlreiche Lianen mit holzigen Stämmen, deren Dickenwachsthum bei der überwiegenden Mehrzahl normal ist. Von anomalen Stämmen innerhalb der Familie ist mir bislang nur derjenige einer javanischen Cissus-Art mit eigenthümlicher wiederholter Cambiumbildung in der äusseren Parthie des Phloëms der Gefässbündel bekannt geworden. Diese Art, C. scariosa Bl., zeichnet sich ausserdem durch abgeplattete bandförmige Stämme aus. Auch Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 490) giebt unter den Lianen Trinidads eine Art mit fast bandförmigem Stamm an, während die von mir gesammelten Arten meist einen runden, ovalen oder abgerundet rechteckigen Querschnitt zeigten.

1. Typus: Normales Dickenwachsthum.

Alle Vitisstämme folgen im Wesentlichen dem Typus der Aristolochien und Clematis. Die primären Markstrahlen laufen als lange mehr- oder vielschichtige Gewebestreifen durch die Internodien und zerklüften, mit interfascicularen Cambien in die Dicke wachsend und nach aussen breiter werdend, den Holzkörper in zahlreiche, die primären Holzbündel fortsetzende Lamellen, die nun weiterhin durch secundäre, den primären ähnliche breite Markstrahlen weiter zerklüftet werden. Wie bei Clematis treten zerstreut in den breiten Strahlen schräge dünne Verbindungsstränge trachealer Natur auf, welche die Holzplatten in Communication setzen.

Unterschiede zeigen sich bei den verschiedenen Arten in dem Grössenverhältniss der Markstrahlen zu den Holzplatten, ferner in der Beschaffenheit des Holzparenchyms, welches bei vielen Cissus-Arten in grösserer Entwicklung als zartwandiges, unverholztes Parenchym in tangentialen Bändern in den Holzplatten auftritt und zugleich mit den sehr breiten Markstrahlen dem Stamm grosse Weichheit und Biegsamkeit verleiht.

Bei Vitis vinifera, V. Labrusca, V. cordifolia u. Verw. ist der Holzkörper fester gebaut, indem die zahlreichen Holzlamellen nicht von zartwandigem Holzparenchym durchsetzt werden, besitzt aber immerhin eine grosse Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit infolge der zahlreichen mehrschichtigen Markstrahlplatten.

Bezüglich der feineren Structur des Holzes von Vitis sei auf die

Ausführungen Strasburger's (p. 239) verwiesen. Weite Gefässe nebst englumigen, meist in kurzen Radialreihen stehenden wasserleitenden Elementen trachealer oder tracheidaler Natur, umgeben von Holzparenchym, treten auf in einer Grundmasse von gefächerten inhaltführenden Holzfasern, die für die ganze Familie charakteristisch sind. Die zahlreichen, das Mark umstehenden primären Vasaltheile werden nach innen zu von englumigen langgestreckten Grundgewebezellen umgeben, die allmählig in die weiten dünnwandigen Markzellen übergehen, auch die seitliche Verbindung quer vor den primären Markstrahlen herstellen und in das Holzparenchym und die gefächerten Fasern der Holzplatten übergehen. Diese englumigen peripherischen Markzellen bilden so im jungen Stamm einen die Bündel verbindenden festen Ring, von dem die primären Markstrahlen ausgehen.

Bei Ampelopsis quinquefolia ist dieser Ring sehr deutlich und wird noch durch die ersten Producte der interfascicularen Cambien verstärkt, bevor die letzteren die dünnwandigen Markstrahlzellen erzeugen.

Die als häufige Lianen im brasilischen Wald auftretenden zahlreichen Cissus-Arten unterscheiden sich von den Stämmen von Vitis durch ihre grosse Weichheit. Sie besitzen eine sehr breite parenchymreiche Rinde, sehr breite Markstrahlen, grosses Mark und ausserdem reichlich zartwandiges unverholztes Parenchym in den Holzplatten, so dass die weichen Gewebe häufig die festen Theile des Holzes an Masse übertreffen und die Stämme zuweilen ganz den Eindruck fleischiger Rhizome machen.

Fig. 88 Taf. VII stellt den Querschnitt einer solchen weichholzigen Cissus-Liane von Blumenau, C. Selloana Baker, dar und kann als Typus für die übrigen gesammelten Stämme gelten.

In einzelnen Holzplatten ist bereits eine weitere Zerklüftung durch secundäre breite Markstrahlen eingetreten. Die letzteren bestehen aus vielschichtigem, sehr zartwandigem und reichlich stärkeführendem Parenchym mit zahlreichen eingestreuten Raphidenschläuchen. Die breite Rinde wird aussen von dünner Peridermlage bedeckt. Es findet hier wie auch bei den übrigen beobachteten Cissus-Arten keine Ringelborkenbildung statt. Die Phloëmstrahlen bleiben erhalten und man sieht in dem 18 $\times$ 14 mm messenden Stamm noch die Sklerenchymfaserbündel an der Aussengrenze der primären Siebtheile (sk).

Eine Eigenthümlichkeit zeigen die weichholzigen Cissusstämme beim ersten Dickenwachsthum der zahlreichen, in einem Oval oder Rechteck stehenden Gefässbündel. Es wird nämlich hier eine Art

von axialem Holzring gebildet, indem die primären Gefässtheile, wenn sie etwa 3—5 Gefässe in einer Radialreihe enthalten, aussen bedeckt werden von einem 4—6 Schichten starken, sich durch die primären Markstrahlen continuirlich hindurchsetzenden Ringe von gefächerten Holzfasern, welcher sich scharf abhebt von dem Grundgewebe zwischen den primären Gefässtheilen und ebenso nach aussen zu von dem späterhin apponirten periaxialen Holz. In der Richtung der Gefässreihen der primären Gefässtheile setzen sich an diesen Ring die Holzplatten mit ihren weiten Gefässen und dazwischen die sehr breiten, aus zartwandigen Zellen bestehenden Markstrahlen. Die interfascicularen Cambien scheiden hier also zunächst Holzfasern (ohne Gefässe) ab und dann erst die Markstrahlzellen. Es entspricht somit das Verhalten von Cissus nicht ganz dem Aristolochia-Typus. Von den oben erwähnten Vitis-Arten unterscheiden sich diese Cissus dadurch, dass die Grundgewebselemente, die die primären Gefässtheile innen gegen das Mark abgrenzen und seitlich trennen, hier dünnwandig sind. Ampelopsis nimmt eine Art von Mittelstellung ein.

Einen Uebergang zu dem Aristolochia-Typus aber geben uns die oben genannten Vitis-Arten, bei denen an dem Beginn der primären Markstrahlen die peripherischen Markzellen, die sich durch grössere Streckung und engeres Lumen, dickere Wände auszeichnen, in die Markstrahlzellen sowohl als in die parenchymatischen Elemente der Holzplatten allmählig übergehen.

In dem Cissusstamm der Fig. 88 Taf. VII ist der schmale axiale Holzfaserring nachträglich wieder gesprengt worden durch Dilatation im Mark, indem an zahlreichen Stellen zwischen den Holzplatten die fertig differenzirten Zellen wieder in cambialen Zustand eintreten. Auch die breiten primären Markstrahlen haben in der inneren Parthie eine Dilatation erfahren. Alles dünnwandige Parenchym im Stamm ist dicht vollgepfropft mit Stärke.

Solche nachträgliche Dilatationen im Stamm, die sich übrigens meist nur auf das periaxiale Holz erstrecken, kommen häufig vor bei den weichholzigen Cissus-Arten und mögen wohl hauptsächlich dadurch veranlasst sein, dass in dem Stamm massenhaft Reservestoffe angesammelt werden, für deren Deponirung ähnlich wie in Rhizomen oder fleischigen Wurzeln durch Vermehrung des Parenchyms gesorgt wird. In der That zeichnen sich ja auch gewisse dieser Cissus-Arten durch vegetative Vermehrungsweise mit Hülfe etwas knollenförmig angeschwollener Internodien aus, und die meisten besitzen eine sehr grosse Regenerationsfähigkeit abgeschnittener Stammtheile.

Die Holzstrahlen von Cissus zeigen einen sehr charakteristischen Bau. Wie in Fig. 88 Taf. VII angedeutet, stehen die weiten Gefässe in 1 oder 2 Reihen. Cissus besitzt mit die weitesten Gefässe, die überhaupt bei Lianen auftreten. So messen sie in einem $3^1/_2 \times 3$ cm dicken, bei Blumenau gesammelten Stamm von Cissus sulcicaulis Baker 0,48—58 mm Weite, in einem 18×14 mm dicken Stamm von C. meliaefolia Planch., von Theresepolis, 0,35 – 0,42 mm, in einem 11 mm dicken Stamm von C. sicyoides L., bei Rio gesammelt, 0,37 mm. Neben diesen weiten Gefässen treten allgemein aber auch englumige auf. Tracheidale Elemente dagegen habe ich nicht beobachtet. Jedes Gefäss wird umgeben zunächst von einer schmalen Schicht von Holzparenchym, sog. Belagzellen mit etwas verdickten Wandungen, und dann von einer breiteren Scheide von gefächerten englumigen Holzfasern. Alles übrige Gewebe in den Holzstrahlen ist radial gereihtes, sehr dünnwandiges, unverholztes und gegen die breiten Markstrahlen nicht scharf abgesetztes Holzparenchym. Die Gefässe mit ihren Faserscheiden, die, wenn die Gefässe näher stehen, auch gruppenweise sich vereinigen können, bilden nun in dem dünnwandigem Parenchym des Holzes feste Röhren. Es kommt also auch wieder die Tendenz der Lianenstämme zum Ausdruck, die festen Elemente des Holzes in Form einzelner Stränge in weiches Gewebe einzubetten.

Macerirt man einen Cissusstamm, so zerfällt der Holzkörper in zahlreiche feste Röhrchen, die in ihrem Längsverlauf hier und da anastomosiren.

Auch das zartwandige Holzparenchym kann sich an der oben erwähnten nachträglichen Dilatation betheiligen. Sehr häufig tritt in den Gefässen Thyllenbildung auf und in den Thyllenzellen wird dann ebenfalls reichlich Stärke deponirt.

Die verschiedenen Arten von Cissus, die ich in Brasilien gesammelt habe, zeigen im Wesentlichen sehr übereinstimmendes Verhalten. Bald ist das Holz etwas fester, bald weicher, und das wechselt bei derselben Species. Besonders parenchymreich fand ich den Stamm von Cissus pulcherrima Planch., bei Rio gesammelt, eine Art, die sich durch die erwähnte Knollenbildung auszeichnet. Die primären Markstrahlen erbreitern sich hier sehr stark nach aussen, während die Holzplatten alle sehr schmal bleiben, so dass der Querschnitt ganz an denjenigen einer fleischigen Wurzel erinnert.

Bei einigen Cissus-Arten bilden sich normaler Weise oder nach Verletzung des Stammes Luftwurzeln, die zum Boden gehen, sich dort anwurzeln, wie die Stämme nachträglich sich verdicken, und dabei

ganz denselben Bau des secundären Stammholzes erhalten. Das Mark in diesen Wurzeln, die äusserlich sich kaum von den Stämmen unterscheiden, ist sehr klein. Die breiten Markstrahlen des secundären Holzes setzen sich an die Gefässprimanen radial nach aussen an, während die Holzstrahlen zwischen den Gefässprimanen ihren Anfang nehmen. Solche Wurzeln bildet Cissus sulcicaulis Baker. Bei Blumenau fand ich eine 6 cm dicke holzige Wurzel dieser Art.

2. *Typus: Wiederholte Cambiumbildung im Phloëm.*

Diese Anomalie beobachtete ich nur bei einer von Schimper auf Java (Noesa Kambangan) gesammelten Species mit bandförmigem Stamm. Herr Dr. O. Warburg bestimmte sie als Tetrastigma scariosum Pl. (= Cissus scariosa Bl.). Die dicksten der von Schimper gesammelten Stämme messen 4 × 20 mm. Ranken, Blätter und Seitensprosse entspringen auf den Breitseiten. Der mit Lenticellenwärzchen besetzte Stamm ist sehr weichholzig, leicht biegsam und torsionsfähig.

Da Herr Dr. Warburg an der Hand seines Materials diese eigenthümlichen Cissuslianen eingehender zu untersuchen gedenkt, so sei hier die Anomalie nur kurz charakterisirt.

Der Stamm wächst bis zu einer Breite von etwa 1 cm normal in die Dicke. Wie bei den weichholzigen brasilischen Cissusstämmen trennen breite, parenchymatische, primäre Markstrahlen die einzelnen Holzbastplatten, die an den schmalen Seiten des Stammes ein gefördertes Wachsthum erfahren. In jedem Holzbaststreifen der Schmalseite wird alsdann ein schmaler Cambiumstreifen neugebildet aus Phloëmparenchym unmittelbar an der Innenseite des zuerst gebildeten Weichbaststranges, welcher aussen von einem primären Sklerenchymbündel bedeckt wird. Durch die Thätigkeit des neugebildeten Cambiumstreifens wird ein neuer Holzbaststreifen in die Verlängerung der zuerst entstandenen eingeschoben.

Die so entstehende anomale Structur findet sich meines Wissens in gleicher Weise bei keiner einzigen anderen Liane wieder.

§ 31.

Rhamnaceae.

Anomalien sind aus dieser Familie bis jetzt mit Sicherheit nicht bekannt. Von Gouania urticaefolia Reiss., einem Kletterstrauch Südbrasiliens, liegen mir 1 cm dicke, ganz normale Stämme vor, in denen der sehr schmale axiale Holzring sich scharf gegen das periaxiale weitporige und lockere weiche Holz absetzt. Ebenso

verhält sich ein 1,5 cm dicker Stamm von Reissekia cordifolia Steud. von Rio. Das Holz enthält bei beiden in der Grundmasse Holzfasern, die für die Familie charakteristisch sind (Solereder p. 101).

Auch Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 491) giebt Gouania als normal an, ebenso Witte (p. 44) Gouania domingensis. Dagegen beschreibt Krüger (p. 32) eine allerdings mit ? zu Gouania gestellte venezolanische Liane als abnorm; das Holz derselben soll der von J. Möller in der pharmaceutischen Centralhalle 1883 beschriebenen Gouania domingensis sehr ähnlich sein. Mitten im normal orientirten Baste sollen zerstreute Holzbündel auftreten. Ich verdanke ferner der Freundlichkeit von Prof. Göbel ein als Gouania domingensis bezeichnetes Stammstück aus der Marburger Sammlung, welches ebenfalls secundär gebildete Holzstränge im Phloëm aufweist. Ich halte die Bestimmung der als abnorm bezeichneten Stämme für unrichtig, da ich bei G. urticaefolia Reiss., die specifisch wohl kaum von G. domingensis zu trennen ist, von den angegebenen Anomalien nichts bemerken konnte.

Zizyphus Oenoplia Mill., eine Liane des tropischen Asiens, hat normales Dickenwachsthum mit concentrisch angeordneten Gefässen in röthlichem Holz (Gamble 2 p. 89).

§ 32.

Euphorbiaceae.

Die Euphorbiaceen enthalten trotz der grossen Anzahl ihrer Gattungen verhältnissmässig sehr wenige kletternde Formen, von denen die brasilischen den Gattungen Plukenetia (incl. Fragariopsis), Tragia, Dalechampia, Mabea und Omphalea angehören. Für die holzigen Arten waren, wie überhaupt für die ganze Familie, bislang keine Anomalien des Dickenwachsthums bekannt, wenn wir von dem bei einigen Gattungen auftretenden inneren Weichbast[1]) absehen. Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 491) giebt Dalechampia, Tragia, Omphalea auf Trinidad als normal an. Ich fand dagegen sowohl in der Gattung Dalechampia als auch bei Fragariopsis Abweichungen, und zwar Bildung secundärer, im Pericykel entstehender Holzbaststränge.

Eine der häufigsten Lianen des südlichen Brasiliens ist die grossblättrige windende Dalechampia ficifolia Lam., welche sehr

---

[1]) Vgl. Solereder p. 237 und Pax: Die Anatomie der Euphorbiaceen etc. Bot. Jahrbücher 1884.

dicke Stämme bildet. Fig. 89—92 Taf. VIII zeigen jüngere und ältere Stämme im Querschnitt. Der junge Stamm wächst eine Zeit lang normal in die Dicke (Fig. 89 Taf. VIII). Erst bei etwa 1,5 cm Durchmesser, in anderen Stämmen auch wohl noch später, entstehen im Pericykel im Umkreis des centralen Holzkörpers secundäre Holzbaststränge, die nach aussen zu mit ihren besonderen Cambien in die Dicke wachsen. Fig. 90 Taf. VIII zeigt 3 grössere und 2 noch sehr kleine solcher secundären Stränge. Fig. 91 u. 92 Taf. VIII stellen ältere Stämme dar. Der centrale Holzkörper ist etwas unregelmässig in die Dicke gewachsen, besonders in dem Stamme Fig. 92, und zeigt Längsfurchen. Die zahlreichen secundären Holzbaststränge erscheinen ungleich stark entwickelt, die älteren sind beträchtlich in die Dicke gewachsen, dazwischen aber befinden sich noch dünne, eben angelegte. Alle zusammen stehen in einem Ring um die Siebzone des centralen Holzkörpers und springen je nach ihrer Stärke mehr oder weniger wulstartig nach aussen vor. Das weitere Dickenwachsthum geht in der Weise vor sich, dass wiederum im Pericykel ausserhalb der Siebtheile dieses Ringes neue Gefässbündel angelegt werden. Die peripherischen Stränge verlaufen nicht längs des ganzen Stammes isolirt, sondern sie verschmelzen sowohl im Knoten als im Internodium in mannigfacher Weise miteinander, wie schon äusserlich am Stamm aus dem Verlaufe der sich öfters gabelnden und dann wieder vereinigenden Längswulste zu bemerken ist. Im Internodium habe ich Verschmelzung der secundären Bündel mit dem centralen Holzkörper nicht gesehen, wohl aber kann eine solche im Knoten, namentlich an den Abgangsstellen der Aeste eintreten.

Die jungen Langtriebe haben ein grosses Mark, in dessen Umkreis ca. 20 primäre Gefässbündel zu erkennen sind, die bald zu einem geschlossenen Ring verbunden werden. Die Elemente dieses axialen Holzes sind englumige hofgetüpfelte Gefässe, in Radialreihen stehend, Holzfasern, Holzparenchym in der Umgebung der Gefässe und Markstrahlen. Das spätere secundäre oder periaxiale Holz setzt sich (vgl. die Figuren 91, 92 Taf. V) scharf gegen den Ring ab. Es besitzt weite Gefässe (bis ca. 0,40 mm Durchmesser) neben englumigen, in kurzen Radialreihen stehenden, als Grundmasse mässig verdickte Holzfasern in regelmässigen Radialreihen.

Der centrale Holzkörper wird bei weiterem Dickenwachsthum gefurcht, indem die Holzbildung an einzelnen Stellen unterbleibt und in die Furchen nur dünnwandiges Parenchym vom Cambium abgeschieden wird.

Die Siebzone zeigt nichts Besonderes. An sie schliesst sich aussen das vielschichtige Pericykelparenchym an. Fig. 93 Taf. VIII zeigt das Verhalten der Rinde und des Pericykels im jungen Stengel. Die primäre Rinde wird von dem Pericykelparenchym (pc) abgesprengt durch eine unregelmässige Zone von Sklerenchymfasern, welche die äussere Schicht des Pericykels darstellt. In älteren Stämmen hat sich Kork aus der subepidermalen Schicht entwickelt und die innere Parthie des Rindenparenchyms enthält zahlreiche stark verdickte, getüpfelte Steinzellen. Die secundären Bündel entstehen nun in der Weise, dass mitten in dem dünnwandigen Pericykelparenchym ein Cambium durch Theilung der Zellen auftritt, das nach innen Holz mit weiten Gefässen, nach aussen Siebelemente erzeugt. Das Pericykelparenchym wird dadurch in 2 Zonen zerlegt. Die innere geht als sog. Zwischenparenchym zwischen dem neuen Holzkörper und der Siebzone des centralen Holzkörpers in Dauerzustand über. In ihr bilden sich Gruppen von Steinzellen. Die äussere Zone dagegen theilt sich weiter und kann nun später neuen Cambien den Ursprung verleihen. Die Entstehung neuer Gefässbündel wird illustrirt durch die Fig. 96 Taf. VIII von der unten beschriebenen Fragariopsis scandens und Fig. 98 von Fragar. montana, welche sich ganz ähnlich wie D. ficifolia verhalten.

Ausser der anomalen Bildung von secundären Strängen aus dem Pericykel ist bei dieser Dalechampia noch eine andere Eigenthümlichkeit hervorzuheben, die in dem periaxialen Holz sowohl des Centralkörpers als auch der peripherischen Stränge zu beobachten ist. Wie in Fig. 91 Taf. VIII angedeutet ist, wird dasselbe von schmalen concentrischen, unterbrochenen Querbändern von zartwandigem Parenchym, in welches Siebröhrengruppen eingesprengt sind, durchzogen. Diese Querbänder stehen durch breite, aus zartwandigen Zellen bestehende Markstrahlplatten in Verbindung mit der äusseren Siebzone und dem Pericykelparenchym. Die Elemente dieser rechts und links von den breiten Markstrahlen ins Holz sich erstreckenden Bänder stehen in denselben Radialreihen wie die aussen und innen angrenzenden verdickten Holzelemente und sind von dem Aussencambium lagenweise zwischen die Holzlagen nach innen abgeschieden. Wir haben also hier einen Fall von interxylärem Weichbast vor uns. Allerdings ist der letztere nicht in so regelmässigen Strängen im Holzkörper vertheilt wie bei anderen Gattungen, z. B. Strychnos, Combretum etc. Bezüglich der Bildung des holzständigen Weichbastes schliesst sich D. ficifolia an das Verhalten von Combretum, Mucuna etc. an, während bei Strychnos (cf. § 48) das Cambium die Stränge nach aussen ab-

scheidet. Die Siebröhren in den inneren Querbändern sind meist radial zerdrückt; sie scheinen somit nur vorübergehende Bedeutung zu haben.

Sehr häufig tritt Thyllenbildung in den Gefässen auf.

Vergleicht man eine grössere Anzahl älterer Stämme auf dem Querschnitt, so zeigen sich beträchtliche Unterschiede. Der centrale Holzkörper ist im Verhältniss zu den peripherischen bald dicker, bald dünner, ist bald mehr, bald weniger tief gefurcht, die Aussenstränge in verschiedener Weise angeordnet und ungleich verdickt (vgl. Fig. 91 u. 92 Taf. VIII). Auf diese Verhältnisse mögen die äusseren Lebensbedingungen zum Theil von Einfluss sein.

D. ficifolia ist die einzige Art dieser Gattung, von welcher ich dicke holzige Stämme antraf. Die übrigen beobachteten Arten hatten meist nur krautige dünne, nur wenige dünne holzige Stämme.

So fand ich bei Blumenau ein Exemplar von Dalechampia triphylla Lam. mit 1 cm dickem Hauptstamm. Im Pericykelparenchym hatten sich hier noch keine secundären Stränge gebildet, die vielleicht später auch bei dieser Art zum Vorschein kommen. Der Holzkörper zeigt im Wesentlichen denselben Bau wie D. ficifolia. Indessen sind die in das Holz von aussen einspringenden Markstrahlplatten viel breiter und ebenso die zartwandigen Querbänder im Holz, welche Siebröhren enthalten (vgl. Fig. 94 Taf. VIII). Die weiten Gefässe messen 0,20 mm.

D. Leandri Baill. und D. pentaphylla Lam. zeigten an ca. 1 cm starken, bei Rio gesammelten Stämmen ebenfalls keine secundären Stränge. Das periaxiale Holz ist wie bei den anderen Arten beschaffen, die einspringenden Parenchymplatten und Querbänder aber nur sehr schmal entwickelt.

Fragariopsis scandens St. Hil., eine der häufigsten Lianen am Corcovado und im Orgelgebirge bei Rio, schliesst sich in Bezug auf die Stammstructur enge an Dalechampia ficifolia an. Die Stämme beider sehen einander sehr ähnlich aus, und es ist nicht immer leicht, dieselben ohne Blattzweige zu unterscheiden. Fr. scandens bildet sehr dicke weichholzige, aussen wulstige Stämme, deren Durchmesser über 20 cm betragen kann.

Im Umkreis des centralen normalen Holzkörpers entstehen aus dem Pericykel in ungleicher Entwicklung secundäre Gefässbündel, die seitlich durch breite parenchymatische Strahlen von einander getrennt sind. Hat sich dieser neue Zuwachsring eine Zeit lang verdickt, so stellen seine Cambien die Thätigkeit ein und es bildet sich aussen eine zweite Zone, oft zunächst nur an einzelnen Stellen des Umfanges;

auf diese lagert sich eine dritte u. s. w. Fig. 95 b Taf. VIII stellt den Querschnitt eines 6,5 cm starken Stammes dar, zu welchem Fig. 95 a als junger Zustand gehört. Die Grösse der einzelnen Holzkörper schwankt bedeutend je nach den Individuen, je nachdem die successiven Cambien früher oder später ihre Thätigkeit einstellen.

Die einzelnen Holzkörper besitzen nur an ihren Aussenseiten Cambien und breite Siebzonen. Die Bildung der successiven Zuwachszonen vollzieht sich im Pericykelparenchym (Fig. 96 Taf. VIII, p c), welches von der primären, aussen mit Kork (k) bedeckten Rinde durch eine breite Sklerenchymzone abgegrenzt wird. In älteren Stämmen ist, wie Fig. 96 Taf. VIII zeigt, diese Sklerenchymzone (s k), welche aus Steinzellen besteht und ausserdem die im jungen Stamm noch dicht genäherten Sklerenchymfasern (s k f) des Pericykels enthält, nicht mehr scharf von der primären Rinde abgegrenzt, da auch die inneren Lagen derselben mit in die Steinzellenbildung aufgehen. Der Hauptsache nach repräsentirt der Sklerenchymring aber die äussere Zone des Pericykels. Fig. 96 Taf. VIII zeigt eine junge secundäre Gefässbündelzone im Querschnitt. Das Cambium (c) derselben wurde ungefähr in der Mitte des Pericykelparenchyms angelegt; es hat bereits Holztheile (x y l) mit weiten Gefässen nach innen und Siebtheile (c r i b) mit Siebröhren, Bastfasern und Krystalldrusen nach aussen abgeschieden. Nach innen sind die secundären Holztheile von der Siebzone ($crib_1$) des centralen Holzkörpers getrennt durch mehrschichtiges zartwandiges Zwischenparenchym (z p), welches die innersten, in Dauerzustand übergegangenen Schichten des Pericykelparenchyms vorstellt. Eine scharfe Grenze zwischen diesem Parenchym und dem Cribralparenchym der Siebzone (c r i b) lässt sich nicht ziehen. Die ausserhalb der neuen Gefässbündelzone gelegenen Schichten des Pericykelparenchyms (p c) vermehren sich späterhin durch radiale Theilungen, und in ihrer Mitte entsteht dann das Cambium der nächst äusseren Zone u. s. w.

Alle Holzkörper sind somit eingebettet in weiches Gewebe, das einen beträchtlichen Theil des Stammes, hier in viel höherem Maasse als bei Dalechampia ficifolia, ausmacht und viel zu seiner grossen Biegsamkeit beiträgt. Nach Anlage der secundären Bündel wächst der centrale Körper noch ein wenig in die Dicke, stellt aber schliesslich sein Wachsthum ein, ebenso verhalten sich die secundären Bündel nach Anlage der tertiären etc. In den dicksten Stämmen sieht man im Vergleich mit jüngeren Stämmen keinen grossen Unterschied in dem Durchmesser des centralen Holzkörpers.

Das gegen den axialen Holzring scharf abgesetzte periaxiale Holz

enthält Gefässe, die die stattliche Weite von 0,4 mm erreichen, netzförmig verdickt sind und häufig inhaltslose getüpfelte Thyllen enthalten. Mit den weiten stehen enge Gefässe in kurzen Radialreihen zusammen. Die Grundmasse des Holzes wird gebildet von nur wenig verdickten Holzfasern und Holzparenchym.

Bei Fragariopsis fehlen die Querbänder von Parenchym mit Siebröhren. Einzelne Markstrahlen werden breiter ausgebildet, der Holzkörper ist somit mit einigen Furchen versehen (vgl. Fig. 95).

Von Fragariopsis montana Taubert, einer neuen von mir in der Serra do Picú gefundenen Art, sammelte ich 1,5 cm dicke Stämme. Sie verhält sich wie vorige Art. An dem Fig. 97 Taf. VIII abgebildeten Stamm hatten sich bereits im Pericykel mehrere noch kleine secundäre Bündelchen entwickelt, deren Bildung in Fig. 98 Taf. VIII dargestellt ist. In diesem noch jungen Stamm ist die unter dem subepidermalen, hier und da noch Epidermisfetzen (e p) tragenden Kork (k) gelegene primäre Rinde (r p) noch scharf abgesetzt gegen das Pericykelsklerenchym, das aus Steinzellen und Fasern besteht. g f b bezeichnet das neugebildete Gefässbündel, dessen Holztheil durch einige Lagen Zwischenparenchym von den äussersten Bastfasern (b f) des centralen Holzbastkörpers abgegrenzt erscheint. p c sind Pericykelparenchymzellen.

Die wenigen kletternden Sträucher der Euphorbiaceen-Gattungen Phyllanthus, Briedelia und Croton dürften alle normales Dickenwachsthum besitzen. 2 cm dicke Stämme von Phyllanthus reticulatus, sowie von Croton denticulatum, die Prof. Schimper aus Java mitbrachte, zeigen keine Abweichung und besitzen sehr festes Holz, dessen Gefässe bis 0,20 mm Weite erreichen. Das Holz zeigt in seinem Bau wenig Lianencharakter entsprechend der unvollkommenen Art des Kletterns dieser Sträucher.

§ 33.

Araliaceae.

Anomalien des Dickenwachsthums sind bei den wurzelkletternden Arten nicht bekannt. Hedera helix L. erreicht bedeutende Dicke der Stämme und wächst normal in die Dicke. Jahresringbildung ist ausgeprägt. Die Gefässe zeigen für eine Liane relativ geringe Weite, erreichen bis 0,08 mm Durchmesser. Als Grundmasse treten Holz-

fasern auf, die für die Araliaceen (Solereder p. 145) charakteristisch sind.

§ 34.

Cactaceae.

In Südbrasilien tritt Peireskia aculeata Pl. als hochkletternde Waldliane mit dicken holzigen Stämmen auf. Die letzteren wachsen normal in die Dicke. Der schmale axiale Holzring setzt sich wie bei vielen anderen Lianenstämmen scharf ab gegen das sehr poröse periaxiale Holz, welches 0,23—0,25 mm weite Gefässe neben Gruppen engerer Gefässe enthält. Als Grundmasse treten gefächerte Holzfasern auf. Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 491) erwähnt eine Peireskia-Liane von Trinidad, ebenfalls ohne Anomalien.

§ 35.

Passifloraceae.

Die holzigen Passiflora-Arten zeichnen sich, soweit bekannt, alle durch normales Dickenwachsthum aus. Sie treten an Zahl bedeutend gegen die mit krautigen Stengeln zurück.

Bei Rio tritt als Waldliane häufig Passiflora setacea DC. auf, sie erreicht aber keine bedeutende Dicke der Stämme. Ein 15 mm dicker Stamm zeichnete sich aus durch weiches und sehr biegsames Holz. Obwohl mit blossem Auge eine grössere Zahl von breiten Markstrahlen sichtbar ist, folgt P. setacea nicht dem Typus der Aristolochia, denn die primären Gefässbündel werden in gewöhnlicher Weise durch ein interfasciculares Cambium geschlossen, das nach innen die primären Markstrahlen durch secundäres Holz mit schmalen Markstrahlen verschliesst. Die Markstrahlen sind im secundären Holz zahlreich, meistens schmal und wenigschichtig, von verschiedener Länge. Dazwischen treten aber auch vielschichtige breite Strahlen in geringerer Anzahl auf, die sich durch grössere Länge auszeichnen und den Holzkörper zerklüften, so dass eine Annäherung an den Aristolochia-Typus statthat.

Die weitesten Tüpfelgefässe messen ca. 0,20 mm Weite; neben ihnen treten auch in geringerer Anzahl englumige auf. Das axiale Holz ist hier kaum entwickelt. Auf die primären Holztheile folgen sogleich weite, nach aussen zu grösser werdende Gefässe. Die primären Gefässstränge sind aber durch einen kleinzelligen, dickwandigen, peripherischen Markring verbunden. Als Grundmasse treten im Holz typische lange Fasertracheiden auf.

Dieselbe Structur zeigte auch ein 1 cm dicker Stamm von Passiflora laurifolia, auf Domingo von Eggers gesammelt.

§ 36.

Begoniaceae.

In den brasilischen Wäldern giebt es eine Anzahl von wurzelkletternden Begonien, von denen einige nur dünnere, mehr krautige Stämme entwickeln, andere dagegen, wie Beg. fruticosa Kl. holzige Stämme aufweisen.

Diese Begonien folgen sämmtlich dem Aristolochia-Typus, d. h. die Gefässbündel, die im Hauptkreise stehen, wachsen mit Partialcambien für sich in die Dicke, die primären Markstrahlen werden nicht durch secundäres Holz geschlossen.

Von Begonia fruticosa A. DC. beobachtete ich Stämme bis 3 cm Dicke. Fig. 99 Taf. VIII giebt den Querschnitt eines 15 mm dicken Stammes und zeigt, dass die primäre Anordnung auch beim Dickenwachsthum beibehalten wird. Die Holztheile (in einem Stamm zählte ich 14, in einem andern 17 primäre Gefässbündel) wachsen durch die Thätigkeit der Partialcambien zu nach aussen keilförmig breiter werdenden Platten heran, an die sich aussen die Siebstränge ansetzen. Getrennt werden die Platten durch ebenso breite, die primären Markstrahlen fortsetzende Platten dünnwandigen Parenchyms. Nach aussen treten die Holzbastplatten in Form von Rippen hervor, und man bemerkt, dass diese Rippen ununterbrochen sich durch die Internodien hinabziehen, aber in den Knoten zum Theil schräge Anastomosen eingehen. Der Stamm erlangt durch diese Structur eine erhöhte Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit, die übrigens für die Pflanze nur selten in vortheilhafter Weise in Betracht kommen kann, da die Stämme ja mittelst Adventivwurzeln an den Waldbäumen befestigt sind.

Ausser den primären Markstrahlen enthält das Holz keine secundären Strahlen gewöhnlicher Bildung. Auch tritt hier nicht wie bei Aristolochia eine spätere dichotomische Spaltung der Holzplatten durch secundäre breite Strahlen ein.

Die einzelnen Holzplatten bestehen aus inhaltsleeren oder stärkeführenden Holzfasern mit einfachen Spalttüpfeln, zum Theil auch mit Querwänden. Holzfasern sind nach Solereder (p. 140) überhaupt charakteristisch für die Begonien. In die Holzfasern eingebettet, zunächst von Holzparenchym begleitet, verlaufen die sehr zahlreichen

und dicht neben einander in Radialreihen stehenden Gefässe, und zwar weitere (0,16—0,18 mm, meist 0,08 mm messend) und sehr englumige, alle mit regelmässigen leiterartigen Verdickungen. Im Mark treten bei dieser Art keine Bündel auf.

Begonia convolvulacea A. DC., ein bei Blumenau auftretender Wurzelkletterer, besitzt mehr krautige Stämme mit weitem Mark (Fig. 100 Taf. VIII), in welchem einige wenige isolirte Bündelchen verlaufen. Der Hauptgefässbündelring besteht aus zahlreichen, dicht nebeneinander stehenden Bündeln, die wie bei voriger Art sich verdicken. Der Stamm scheint kein ausgiebiges Dickenwachsthum zu erfahren. An der Stützenseite bleiben die Gefässbündel im Wachsthum zurück.[1]) Die Gefässe messen höchstens 0,08 mm Weite.

Eine dritte wurzelkletternde Art von Blumenau, Begonia catharinensis Taub. n. sp., hat nur dünne krautige Stämme mit ca. 23 Gefässbündeln, die alle in einem Kreis stehen und nur wenig verdickt werden.

Das Erhaltenbleiben der primären Markstrahlen ist eine auch andern nicht kletternden Begonien zukommende Eigenthümlichkeit, aber es muss bemerkt werden, dass die Markstrahlzellen bei den oben genannten Wurzelkletterern aus zartwandigen, radial etwas gestreckten oder isodiametrischen Zellen bestehen, während De Bary (p. 506) von den ausdauernden Stämmen suffrutescenter Begonien (B. angularis, muricata, Hügelii) angiebt, dass die sehr grossen und breiten Markstrahlen des secundären Holzes aus aufrechten, sehr langgestreckten Zellen mit schrägen, selbst spitzen, oder stumpfen Endflächen, mit dicken verholzenden getüpfelten Wänden und mit spärlichem Inhalt (manchmal selbst Amylum) aufgebaut seien, dass diese breiten Markstrahlen mit einander einen derben Ring bilden, in den die relativ kleineren Holzstränge eingepasst seien.[2]) Die kletternden Arten weichen somit bedeutend ab von diesen aufrechten Arten mit biegungsfest construirten Stengeln.

---

[1]) Auch Treviranus (Bot. Ztg. 1847, p. 398) erwähnt von einer kletternden Art, dass an der der Stütze angedrückten Seite des Stengels die Holzkeile nur halb so stark sich ausgebildet hätten als an der entgegengesetzten Seite, wo die Holzkeile unsymmetrisch ausgedehnt und durch ebenso breite Markstrahlen getrennt seien. Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 491) giebt an, dass eine kletternde Begonie von Trinidad bandförmigen Stamm besitze. Vielleicht hat derselbe seine Gestalt auch infolge des von der Stütze ausgübten Druckes erlangt.

[2]) Vgl. ferner Hildebrand p. 24.

Abgesehen von den bei vielen Begonien auftretenden markständigen Bündeln sind sonstige Anomalien des Dickenwachsthums in der Familie nicht bekannt.

§ 37.

Cucurbitaceae.

Die überwiegende Mehrzahl der rankenden Cucurbitaceen sind krautige Ranker, welche in ihrem Stamm keinen geschlossenen Holzkörper ausbilden. Charakteristisch für den Cucurbitaceenstamm sind die bicollateralen Gefässbündel, die bei der Mehrzahl der Arten in 2 Kreisen angeordnet sind; die Zahl der Gefässbündel variirt in denselben, ist aber sehr häufig 5 (z. B. Cucurbita pepo). Die beiden Kreise sind auf einen einzigen mit abwechselnd vorspringenden Bündeln zurückzuführen; bei den Formen mit nachträglichem Dickenwachsthum bildet sich dementsprechend auch nur eine einzige ringförmige Cambiumzone aus. Ferner ist hervorzuheben, dass bei den Cucurbitaceen allgemein die äusseren Schichten des sehr breiten, aber späterhin keine Neubildungen aufweisenden Pericykels als zusammenhängender Sklerenchymring ausgebildet sind (cf. Hérail p. 268).

Während des bei den krautigen Arten sehr bald abschliessenden Dickenwachsthums bleiben die Gefässbündel isolirt, sie wachsen mit ihren Partialcambien für sich in die Dicke, und die sie trennenden breiten, aus zartwandigem Parenchym bestehenden primären Markstrahlen folgen dem Dickenwachsthum der Bündel durch Theilungen in den interfascicularen Zonen zwischen den Gefässbündelcambien. Interfasciculare Holz- und Bastbildung findet nicht statt.[1]) Nur können hier und da tracheale Verbindungsbrücken zwischen benachbarten Holzplatten in den breiten Markstrahlen gebildet werden. Die Stämme folgen somit dem Aristolochia-Typus. Nur wenige rankende Arten bilden mehrjährige holzige Stämme, die aber nur ausnahmsweise bedeutende Dicke zu erreichen scheinen.

Als häufige Waldliane tritt in Südbrasilien auf Wilbrandia verticillata Cogn. Der dickste aufgefundene Stamm misst 2,5 cm

---

[1]) Eine Ausnahme bildet nach Hérail (p. 268) der krautige Stamm von Lagenaria. Hier beobachtete Hérail die Bildung eines interfascicularen Cambiums zwischen einem äusseren und einem inneren Bündel, und dieses Cambium producirt alsdann auch intercalare Gefässbündel. Die Zahl der primären Bündel, die sonst constant ist, wird also hier vermehrt.

Durchmesser und ist in Fig. 101 Taf. VIII abgebildet.[1]) Dieser Stamm ist in verschiedener Beziehung bemerkenswerth. Er zeichnet sich aus durch seinen Saftreichthum, durch die reichliche Entwicklung von dünnwandigem Gewebe im Vergleich zu den festen Holzmassen. Die Gefässbündel sind bicollateral und ihre ursprüngliche Anordnung in zwei Kreisen ist auch in älteren Stämmen zu erkennen. Der äussere Kreis zählt 5, der innere 7 oder auch 6 Bündel. Die 12 Holztheile des Stammes bilden im Laufe des Dickenwachsthums nach aussen breiter werdende Längsplatten, die sich nun zugleich mit den zugehörigen Siebtheilen durch secundäre, den primären völlig gleiche Markstrahlen dichotomisch theilen (Fig. 101 Taf. VIII). Die Partialcambien bilden mit den interfascicularen Markstrahlcambien eine gemeinsame Zone.

Was die Holzplatten zwischen den breiten Markstrahlen anbelangt, so sind in denselben keine kleineren secundären Markstrahlen von gewöhnlicher Beschaffenheit vorhanden. Das Holz setzt sich zusammen aus inhaltsleeren, grossgetüpfelten, oft stumpfendigen Holzfasern, Holzparenchym in der Umgebung der sehr weiten, bis 0,38 mm messenden Gefässe, neben denen auch englumige tracheale Elemente und Tracheiden auftreten, deren Durchmesser die Holzfasern nicht übertrifft und welche unter einander und mit den grossen Gefässen anastomosiren.

Nicht nur die äusseren Siebtheile, sondern auch die inneren zeigen secundäres Dickenwachsthum, indem an der Innenseite der Vasalprimanen ein Cambium entsteht und nach der Stammmitte zu die Siebstränge in gleichem Maasse verdickt, wie das Aussencambium die äusseren. Die ausser Function gesetzten Siebröhren werden hier in gleicher Weise zusammengedrückt und durch neue ersetzt. Infolge dieses Wachsthums wird das Mark verdrängt, die Holztheile im Stamm nach aussen verschoben und die auftretenden tangentialen Spannungen im Innern der primären Markstrahlen durch Streckung und Theilung des zartwandigen Parenchyms ausgeglichen.

Noch eine Besonderheit ist von Wilbrandia zu erwähnen, welche vielleicht in noch älteren Stämmen als dem abgebildeten zu complicirteren Bildungen führen dürfte. In Fig. 101 Taf. VIII sieht man in zweien der inneren Phloëmstränge je einen kleinen Holzstrang an-

---

[1]) Fr. Müller bildet (Bot. Ztg. 1866 Taf. III Fig. 8) einen Stamm von Bryonia sp. von Desterro ab. Diese Art dürfte mit Wilbrandia verticillata Cogn. identisch sein. In seinem Stamm sind die inneren secundären Holzstränge noch nicht zur Ausbildung gelangt.

gedeutet. Dieselben sind secundären Ursprungs und entstehen dadurch, dass das Cambium der innern Phloëmstränge zunächst zwischen den Vasalprimanen und dem inneren Phloëmbündel sich sehr verbreitert, zu einer vielschichtigen meristematischen Zone wird, und sich in derselben in einiger Entfernung von den Vasalprimanen der secundäre Holzstrang, bestehend aus Holzfasern, Holzparenchym und engeren Tüpfelgefässen differenzirt. Der secundäre Holzstrang kommt so an die Aussenseite des Cambiums des betreffenden Phloëmstranges zu liegen, und letzteres besorgt dann auch seine Verdickung. Inwieweit dieser Process sich fortsetzt, muss an älteren Stämmen festgestellt werden.

Die Wilbrandiastämme sind sehr biegsam und torsionsfähig, ebenso wie auch diejenigen von Anisosperma Passiflora Manso, einer andern südbrasilischen, bei Blumenau und im Orgelgebirge gesammelten holzigen Cucurbitacee. Fig. 102 Taf. VIII giebt den Querschnitt eines älteren Stammes von 13 mm Durchmesser. 7 äussere und 7 innere Bündel alterniren mit einander. Das Dickenwachsthum verläuft wie bei Wilbrandia, nur fehlen hier die inneren Phloëmstränge, ein für Cucurbitaceen exceptionelles Verhalten. Das Mark wird aber auch bei dem spätern Dickenwachsthum der Holzstränge bis auf einige Schichten um die Vasalprimanen herum zusammengedrückt.

Das Holz von Anisosperma zeigt eine etwas andere Zusammensetzung, indem in der Grundmasse neben sparsamen Holzfasern reichlich Fasertracheiden auftreten. Die Gefässe werden bis 0,30 mm weit. Das Holz ist etwas dichter und fester.

Von holzigen Cucurbitaceenlianen finde ich in der Literatur noch folgende erwähnt, welche sich im wesentlichen nach den Darstellungen wie die beiden obigen verhalten.

Petersen führt Zehneria suavis an (Engler's Jahrb. III p. 374 und Taf. VI Fig. 21), ferner Alsomitra sarcophylla Roem. (= Zanonia) (ib. p. 375. Taf. VI Fig. 18). Letztere ist auch von Hérail (p. 269) untersucht und Fig. 28 und Fig. 31 abgebildet.

Potter (Proceedings of the Cambridge phil. Soc. p. 14) untersuchte Cephalandra indica Naud. (= Coccinia W. et A.), Trichosanthes villosa Bl. und Trichosanthes anamalayana Bedd. Während in den von Petersen beschriebenen Stämmen ein Pericykelsklerenchymring auftritt, mangelt er in den von Potter untersuchten Arten. Alle haben mit Ausnahme von Alsomitra bicollaterale Stränge und wachsen wie Wilbrandia in die Dicke, die breiten pri-

mären Markstrahlen verdicken sich mittelst interfascicularer Cambiumzone. Cephalandra indica soll nach Potter (p. 14) Stämme von mehreren Zoll Durchmesser erreichen, dürfte somit die dickste Cucurbitaceenliane vorstellen.

Bei verschiedenen Cucurbitaceen zeichnen sich die fleischigen Wurzeln durch Anomalien aus (successive Gefässbündelbildung im Pericykel), die aber bei keiner Art auch auf die Stämme übergehen.

§ 38.

Aristolochiaceae.

Die Aristolochiastämme können als Vorbild für das Verhalten einer Anzahl von Lianen aus den verschiedensten Familien (Clematis, Menispermum, Begonia, Cucurbitaceen, Gnetum etc.) betrachtet werden, bei denen allen die primären Markstrahlen als vielschichtige Parenchymplatten den Holzkörper der Länge nach zerklüften.

Sehr typisch zeigt dies Verhalten die bei Blumenau als häufiger Windestrauch auftretende Arist. triangularis Cham. et Schl., deren mit dicker rissiger Korkhülle bedeckten Stämme mehrere cm dick werden. Die Abbildung Fig. 103 Taf. VIII stellt einen Stamm 3,2 mal vergrössert dar. Es sind 8 primäre Gefässbündel vorhanden, welche jedes für sich mit Partialcambium in die Dicke wachsen und durch die breiten primären Markstrahlen getrennt bleiben. Im secundären Holz treten successive unter dichotomischer Spaltung der Holzbastplatten neue breite Markstrahlplatten auf, die sich den primären gleich verhalten und auf lange Strecken continuirlich den Stamm durchziehen. Die breiten Markstrahlen sind nur wenig schmäler als die Holzplatten.

In den Holzplatten treten als Grundmasse die für die Familie charakteristischen Fasertracheiden auf, in die die bis 0,25 mm weiten Gefässe neben englumigen Gefässen eingebettet sind. Ausser den breiten Markstrahlen sind keine einschichtigen Strahlen gewöhnlicher Bildung vorhanden. Jahresringbildung ist nicht zu bemerken.

Die sehr parenchymreiche Phloëmzone wird aussen bedeckt von einer breiten Pericykelparenchymschicht, und diese wird abgegrenzt durch einen ebenfalls zum Pericykel gehörigen Sklerenchymring, welcher aus den auseinander gesprengten Sklerenchymfasern des primären Stengels und aus nachträglich im Laufe des Dickenwachsthums eingelagerten Steinzellen besteht. Der Pericykel hat hier aber keine Bedeutung als Heerd von Neubildungen.

In den breiten Markstrahlen treten vereinzelt tracheale Verbindungsstränge zwischen den benachbarten Holzplatten auf (Strasburger p. 602). Arist. triangularis hat sehr weiche, biegsame und torsionsfähige Stämme infolge der reichlichen Entwicklung von Markstrahlparenchym.

Dieselbe Structur zeigen im Wesentlichen auch die übrigen Aristolochien, wie A. Sipho,[1] A. tomentosa z. B. Nur ist bei diesen der Holzkörper im Ganzen fester gefügt, weil die Markstrahlen etwa $^1/_6$ so breit sind als die Holzplatten.

Ein mir vorliegender 4 cm dicker Stamm von A. tomentosa zählt 16 primäre Gefässbündel und lässt, da diese Art nicht aus einem tropischen Gebiet stammt, deutlich Jahresringe, im Ganzen 28, erkennen. Das Holz ist sehr porös und weich.

Anomalien des Dickenwachsthums sind für Aristolochia bisher nicht bekannt. Auch Thottea ist normal gebaut. Wie Solereder (Engler's Jahrb. X p. 479 ff.) nachgewiesen hat, ist die Abbildung in Schleiden's Grundzügen der wiss. Bot. (Leipzig 1850, II p. 168) von Arist. bilobata mit peripherischen Bündeln nicht richtig. Successive Gefässbündelbildung kommt nicht vor. Dagegen habe ich an einem 3,5 cm dicken, bei Blumenau gesammelten Stamme der Arist. triangularis eine Anomalie constatiren können, die in Fig. 104 Taf. VIII abgebildet ist. Es hat hier eine nachträgliche Dilatation des Markes stattgefunden, wodurch die 8 Holzfächer auseinander gerückt wurden, und nun haben sich fächerförmig von den Seiten der Holzsegmente ausgehend nach innen um den Innenwinkel derselben herum secundäre schmale Holzbastplatten durch Auftreten von Cambium dicht an den primären Holzsegmenten gebildet. Diese Structur beobachtete ich an einem Stamme, der in seinem weitern Verlauf das Bild von Fig. 103 Taf. VIII zeigte. Ich muss es dahingestellt sein lassen, ob allgemein in ältern Stämmen eine solche Neubildung von Gefässbündeln im Innern des Stammes statthat, oder ob dieselbe nur gelegentlich als Abweichung auftritt.

§ 39.

Onagraceae.

Nur die Gattung Fuchsia enthält Lianen, wie z. B. die in Südbrasilien häufige spreizklimmende, auf hohe Bäume hinaufsteigende

[1]) Vgl. Hérail p. 249; Strasburger, Bau u. Verr. p. 256 ff.

Fuchsia integrifolia Camb. Ein $4\frac{1}{2}$ cm dicker Stamm derselben aus dem Orgelgebirge bei Rio war ganz normal verdickt, besass einen festen Holzkörper, der wenig an eine Liane erinnerte. Im Holz macht sich die Differenzirung in axiales, engporiges Holz und periaxiales mit weiten Gefässen bald mehr bald weniger geltend. Weitere und engere, in kurzen Radialreihen stehende Gefässe sind in einer Grundmasse von Holzfasern vorhanden. Die Markstrahlen sind 1—4 reihig und treten nicht sehr hervor.

§ 40.

Combretaceae.

Diese Familie enthält eine Anzahl von schlingenden Sträuchern aus den Gattungen Calycopteris, Combretum (incl. Thiloa), Cacoucia, Quisqualis. Die Combretaceen zeichnen sich fast sämmtlich durch inneren Weichbast aus. Bei den meisten ist das Dickenwachsthum ein ganz normales. Nur für Thiloa, Calycopteris und Guiera ist, wie Solereder (p. 124) angiebt, das Vorkommen von Weichbastinseln im Holzkörper charakteristisch. Auch bei indischen Combretumarten fand Herr Holtermann, welcher im Bonner botanischen Institut die vorliegende Familie anatomisch-systematisch bearbeitete, Weichbastinseln.

Das Auftreten der interxylären Weichbaststränge coincidirt nicht mit der kletternden Lebensweise, denn der Weichbast im Holz fehlt bei Quisqualis und kommt auch nicht allen kletternden Combretumarten zu, andererseits tritt er auch bei der nicht kletternden Guiera auf.

Die Combretaceen bieten somit dieselben Verhältnisse dar wie Strychnos; die Bildung des holzständigen Weichbastes ist als eine Constructionsvariation des dicotylen Holzkörpers aufzufassen.

Wie Herr Holtermann nachgewiesen hat, geschieht allgemein die Anlage der holzständigen Stränge, die durch radiale Anastomosen in verbreiterten Markstrahlen in Communication stehen, im Gegensatz zu Strychnos auf der Innenseite des Cambiums, das dieselben nach der Fertigstellung alsdann mit neuen Holzelementen einschliesst. Bereits Solereder (p. 123) hatte diesen Modus der Bildung angegeben, die Combretaceen aber unrichtigerweise mit Strychnos in dieselbe Kategorie gestellt.

Irgend ein Vortheil für die kletternden Stämme ist aus der Vertheilung des Weichbastes im Holze nicht zu ersehen.

§ 41.

Melastomaceae.

Die kletternden Melastomaceen, die übrigens im Vergleich mit den epiphytischen Sträuchern nur gering an Zahl sein dürften, scheinen sämmtlich normales Dickenwachsthum zu besitzen. Im Allgemeinen zeichnen sich die Melastomaceen aus durch inneren Weichbast, viele auch durch den Besitz von markständigen Gefässbündeln, manche auch von Rindenbündeln.

Ein 2 cm dicker, von Schimper auf Java gesammelter Stamm von der kletternden Dyssochaete sagittata ist normal in die Dicke gewachsen, hat innern Weichbast und Markbündel. Das axiale Holz bildet einen ca. 1,5 mm breiten festen, gegen das sehr poröse periaxiale Holz scharf abgesetzten axialen Holzring. Die Gefässe werden bis 0,30 mm weit und kennzeichnen dadurch das Holz als zu einer Liane gehörig. In der Grundmasse treten gefächerte Holzfasern auf. Holzfasern sind überhaupt für die Familie charakteristisch mit Ausnahme der Memecyleen (Solereder p. 129), die sich auch nach Solereder und nach der neueren Untersuchung Van Tieghem's (Ann. sc. nat. 7 sér. T. 13) durch das Auftreten von interxylären Weichbastinseln auszeichnen. Dieselben finden sich bei den Gattungen Kibessia, Memecylon, Mouriria, Rectromitra und Pternandra, nicht aber bei Astronia.

Diese Gattungen enthalten keine kletternden Arten; für sie gilt also dasselbe bezüglich der Bedeutung des holzständigen Weichbastes wie für die Combretaceen. Die Bildung dieser Stränge wurde von Van Tieghem eingehender untersucht. Das Cambium scheidet sie wie bei Strychnos nach aussen ab, und nun ergänzt sich das Hauptcambium durch neu im Pericykelparenchym entstehende Cambiumstreifen, die nach innen Holz abscheiden und so den Einschluss der Stränge ins Holz bewirken.

§ 42.

Rosaceae.

Die kletternden Arten von Rosa, Rubus dürften alle normale Stämme besitzen. Sie stehen auch in Bezug auf den Klettermodus noch auf einer tieferen, unvollkommenen Stufe.

Nach Solereder (p. 110) ist hochgetüpfeltes Parenchym für die Familie charakteristisch.

Rosa moschata (Mill.), im Himalaya auftretend, hat nach Gamble (2 p. 166) normales Holz mit deutlichen Jahresringen und sehr breiten Markstrahlen.

§ 43.

Connaraceae.

Auch aus dieser Familie ist für die kletternden Sträucher, die meist zu den Zweigklimmern gehören, noch keine Anomalie bekannt.

Ein junger nur 1 cm dicker Stamm von Rourea patentinervis Rdlk., bei Pernambuco gesammelt, war normal, zeigte Holzfasern, die für die Familie nach Solereder (p. 108) charakteristisch sind, in der Grundmasse des Holzkörpers.

§ 44.

Papilionaceae.

Diese Familie enthält in verschiedenen Triben eine grosse Anzahl von kletternden Formen, darunter, namentlich in den Tropen, viele Klettersträucher. Ein Theil derselben ist normalwüchsig, ein anderer zeigt anomales Wachsthum, und zwar besteht dasselbe durchgehend in successiver Bildung von neuen Holzbastzonen in der secundären Rinde (Pericykel bezw. Phloëmparenchym) oder in den innersten Schichten der primären Rinde. Nur bei Mucuna unter den Phaseoleen stellt sich ausserdem noch holzständiger Weichbast ein. Nachträgliche Zerklüftungen des Holzkörpers sind bis jetzt nicht bei Papilionaceen beobachtet, und darin unterscheiden sich diese von den Caesalpiniaceen, die in der Gattung Bauhinia diese charakteristische Wachsthumsweise in hohem Maasse zur Ausprägung bringen.

Meist sind die Stämme cylindrisch, vereinzelt finden sich aber auch bandartig abgeplattete vor (Rhynchosia phaseoloides, gewisse Dalbergien).

Als charakteristisch für die Papilionaceen ist hervorzuheben, dass in der Grundmasse des Holzes typische Holzfasern allgemein auftreten.

In der Aufzählung und Darstellung der Stammstructuren folge ich der Anordnung der Gattungen in den Genera plantarum.

a) Trib. Galegeae.

Wistaria sinensis zeichnet sich aus durch successive Zuwachszonen. In den ersten Jahren wächst der Stamm normal in die Dicke. So konnte Hérail in einem 5—6jährigen Stamm noch keine

Anomalien bemerken. Früher oder später stellt das normale Cambium aber seine Thätigkeit ein und es erscheinen an der Aussengrenze der Phloëmzone neue Cambien und erzeugen secundäre Holzbastzonen, erst in Form von Zonenstücken oder einzelnen, auch äusserlich am Stamm als Wülste hervortretenden Strängen, die sich mehr oder weniger regelmässig zu einem geschlossenen Ring vereinigen. Hat dieser Ring mit mehreren mm Dicke das Ende seines Wachsthums erreicht, so bilden sich in gleicher Weise tertiäre Ringstücke u. s. w., so dass alte fussdicke Stämme aus einer grösseren Anzahl solcher Zonen sich zusammensetzen. Schon an dem Verlauf der Wülste erkennt man, dass dieselben hier und dort mit einander anastomosiren. Aeussere Factoren dürften maassgebend sein für das frühere oder spätere Eintreten der Anomalie. So scheint es, dass namentlich an stark gewundenen oder tordirten Stämmen die Neubildung von Holzbastzonen besonders gefördert wird.

Strasburger giebt (Bau und Ver. der Leit. p. 199) an, dass in beiläufig ca. 2,5 cm dicken Stämmen im Pericykel die Bildung eines secundären Zuwachsringes erfolgt. De Bary (p. 606) bezeichnet äussere ältere Zonen des Secundärbastes als Ort der Entstehung des neuen Cambiums, und ebenso constatirt Van Tieghem (Traité de bot. 2. éd. p. 828) die Bildung des Cambiums aus einer secundären Bastparenchymschicht, während Krüger (p. 18) hingegen gefunden hat, dass der Zuwachs in der Aussenrinde ausserhalb des aus Fasern und Steinzellen bestehenden Sklerenchymringes erfolgt, der letztere also mit eingeschlossen wird.

Diese verschiedenen Angaben veranlassten mich zu einer Nachuntersuchung, welche zur Bestätigung der Krüger'schen Beobachtung führte.

Der junge einjährige Stengel besitzt nur eine schmale, incl. Epidermis etwa fünfschichtige primäre Rinde. Bald bildet sich Kork aus der subepidermalen Zellschicht, die Epidermis platzt auf. Das Phellogen scheidet zugleich nach innen einige wenige Lagen von Phelloderm ab. Die an dasselbe anstossende Schicht von Rindenzellen führt meist grosse Krystalle von oxalsaurem Kalk. Das Phloeoterma ist nicht von den übrigen Rindenzellen verschieden und führt wie diese Stärke.

An das Phloeoterma grenzt nun nach innen im jungen Stamm ein unterbrochener Ring von Bastfaserbündeln, die sammt den zwischengelagerten dünnwandigen Zellen und einer ein- bis zweischichtigen, innen anstossenden und bis zu den Protophloëmelementen reichenden Parenchymzone einen heterogenen Pericykel vorstellt.

Im Laufe des Dickenwachsthums werden die Bastfasergruppen weiter auseinander gerückt und durch unregelmässige Steinzellen zu einem schmalen, unregelmässigen und nicht überall geschlossenen Sklerenchymring verbunden. Auch werden Steinzellennester hier und da in den äusseren alten Phloëmschichten und auch hier und da in der primären Rinde gebildet.

Die successiven Zuwachszonen treten in verschiedenen Stämmen zu verschiedener Zeit auf. An einem untersuchten 21 mm starken Stamm mit 6 ausgebildeten Jahresringen und dem Anfang eines siebenten waren an einer Seite des Stammes die ersten secundären Holzbastzonen in Form von mehr oder weniger tangential gestreckten, noch sehr schmalen Holzbaststrängen bereits angelegt oder auch in Bildung begriffen.

Diese Zonen entstehen unzweifelhaft in der primären Rinde (also wie bei Rhynchosia phaseoloides, s. u.), unmittelbar ausserhalb der pericyklischen Sklerenchymzone, und zwar in einem Meristem dünnwandiger, regelmässig radial gereihter Zellen, welches durch successive Theilung aus dem Phloeoterma, vielleicht auch hier und dort unter Betheiligung der nächst äusseren Rindenlagen hervorgeht. In diesem Meristem treten quere Cambiumstreifen auf, die nun nach innen Holzelemente, nach aussen typischen Weichbast mit den charakteristischen Querbändern von Bastfasern und Secretschläuchen abscheiden. Die ausserhalb gelegenen wenigen Rindenschichten erfahren auch noch Theilung, vorwiegend durch radiale Wände, aber auch etwas in radialer Richtung. Es lässt sich dann späterhin infolge der tangentialen Streckung aller Rindenzellen nicht mehr gut entscheiden, ob die zweite und folgende secundäre Zuwachszone auch noch aus dem Meristem des Phloeotermas hervorgeht. Ueber das Verhalten älterer Stämme mögen hier einige Angaben folgen:

Ein 22 mm dicker Stamm zählte 12 Jahresringe im centralen Holzkörper und war zu $^3/_4$ seiner Peripherie umlagert von einer secundären Zuwachszone und Ringstücken, deren Holz 6 Jahresringe besass. Der centrale Holzkörper scheint, wenn er nicht ganz eingeschlossen wird, noch eine Zeit lang nach dem Auftreten der secundären Zone mitzuwachsen.

Ein 45 mm starker Stamm zeigte 20 Jahresringe im centralen Holz und war allseitig von einer secundären Zone von Holzbaststrängen umkleidet, deren Ringe zu undeutlich sich abhoben, um gezählt werden zu können.

Ein ca. 72 mm dicker Stamm endlich zeigte 3—4 nicht überall

vollständige, ca. 5 mm breite secundäre Holzzonen um einen 30 mm starken centralen Holzkörper.

Das Holz von Wistaria ist sehr porös, ein typisches Lianenholz. Die Structur seiner Elemente ist von Strasburger (l. c. p. 196) ausführlich dargestellt. Es enthält bis 0,2 mm weite Gefässe neben englumigen, in tangential gedehnten Gruppen angeordneten Gefässen. Die weiten werden im Frühlingsholz ausgebildet, die engen vorwiegend im Spätholz, mithin sind die Jahresringe sehr deutlich ausgeprägt wie in allen Lianenhölzern, die den extratropischen Gebieten entstammen.

Als Grundmasse treten im Holze Holzfasern auf, die sich durch ihre bastfaserartige Ausbildung auszeichnen, indem die innere Verdickungsschicht das Lumen bis zum Verschwinden verengt und sich mit Chlorzinkjod schön weinroth färbt, ein Verhalten, das keineswegs auf Lianenhölzer beschränkt ist, aber unter diesen bei Vertretern der verschiedensten Familien ein sehr häufiges ist.

Die Holzfasern treten, wie Strasburger hervorhebt, im späteren secundären Holz in Form von Gruppen auf, ähnlich wie sonst die Bastfasern in der Bastzone. „Nur die innersten Jahresringe eines jeden Stammes zeigen die Holzfasern als zusammenhängende Masse ausgebildet, wodurch ein innerer festerer axialer Cylinder entsteht.“ Für diese beiden verschiedenen, fast allgemein in Lianenhölzern auftretenden Ausbildungsweisen führt Strasburger (p. 197) die Bezeichnungen axiales und periaxiales Holz ein.

Ob die übrigen kletternden Galegeen sich ebenfalls durch erneute Zuwachsringe auszeichnen, müssen weitere Untersuchungen darthun.

b) Trib. Hedysareae.

Anomalien bis jetzt nicht bekannt.

c) Trib. Vicieae.

Die Gattung Abrus bildet dünne holzige Stämme aus, die nichts Besonderes aufweisen. Ein 8 mm dicker Stengel von Abrus precatorius[1]) hatte ovalen Querschnitt. Das fein poröse, nur mit einem sehr schmalen axialen Holzring versehene Holz war an der Breitseite etwas gefurcht.

d) Trib. Phaseoleae.

Fast sämmtliche Arten dieser grossen Tribus sind Winder, vorwiegend Kräuter oder Halbsträucher. Bei den holzigen dickstämmigen

---

[1]) Die von Wakker (Bot. Ztg. 1889) untersuchte anomale Pflanze ist, wie der Autor später selbst berichtet hat, nicht Abrus precatorius, sondern Rhynchosia phaseoloides.

Lianen ist wiederholte Bildung von Zuwachsringen eine verbreitete Erscheinung.

Dieselbe findet sich, ausserdem combinirt mit dem Auftreten holzständiger Siebröhrenstränge, z. B. ausgeprägt bei Arten der Gattung Mucuna, die überhaupt eine sehr typische Lianenstructur aufweist.

In Südbrasilien, bei Blumenau, tritt als häufige dickstämmige Liane Mucuna altissima DC. (?)[1]) auf, von welcher Fig. 105 Taf. VIII den Querschnitt durch einen 8,5 cm dicken Stamm darstellt. Die Neubildung einer secundären Gefässbündelzone, im Pericykelparenchym hier sich abspielend, erfolgt erst spät, — nachdem der centrale Holzkörper bei normalem Wachsthum beträchtliche Dicke erreicht hat. Der Durchmesser des Normalholzes, im vorliegenden Stamm $3^1/_2$ cm lang, variirt in verschiedenen Stämmen. Die neue Zuwachszone erlangt ca. 1 cm Dicke, und nun beginnt, wie Fig. 105 zeigt, die Anlage einer weiteren Zone zunächst auf einzelnen rippenartig nach aussen vorspringenden Linien der Peripherie. Die successiven Cambien stellen nach und nach ihre Thätigkeit ein.

Die bereits erwähnten holzständigen Siebröhrenstränge werden vom Cambium nach innen abgeschieden und zwischen die Holzelemente eingebettet, in derselben Weise, wie dies auch bei Combretum statthat.

Mucuna besitzt eine sehr typische Lianenstructur. Nicht allein sind die Holzmassen umgeben von breiten Zonen von Weichbast und Zwischenparenchym, auch das secundäre Holz selbst zeichnet sich aus durch mächtige Entwicklung von zartwandigem, unverholztem Parenchym, in welches in ähnlicher Weise, wie es auch bei den weichholzigen Cissuslianen vorkommt, die festen Holzelemente, Gefässe mit umgebenden Belagparenchymzellen und Holzfasern, in Form mehr oder weniger isolirter Stränge eingebettet verlaufen. Alle diese Eigenschaften tragen dazu bei, den Stamm biegsam und torsionsfähig zu machen.

Das verhältnissmässig grosse Mark wird umgeben von einem sehr schmalen Ring von axialem Holz, das aus den primären Vasaltheilen und den zwischen denselben gebildeten interfascicularen Holzfasern sich zusammensetzt. In dem axialen Holz ist kein zartwandiges Parenchym vorhanden. Das periaxiale Holz setzt sich sehr scharf (siehe Fig. 105 Taf. VIII) gegen das axiale Holz ab und beginnt plötzlich mit den sehr weiten Gefässen und mit reichlich entwickeltem unverholzten Parenchym. Die secundären Zuwachszonen enthalten alle nur

---

[1]) Die Species konnte mangels Blüthen nicht mit voller Sicherheit bestimmt werden.

solches periaxiales Holz. Kernholzbildung tritt in solch weichholzigen Stämmen nie ein, wenn auch Thyllenbildung in den älteren Gefässen eine häufige Erscheinung ist.

Während in dem axialen Holzring die weitesten Gefässe nur 0,07 mm messen, beginnen im periaxialen Holze die Gefässe mit 0,25—0,40 mm Weite und erreichen bis 0,6 mm, die meisten messen 0,5 mm, Maasse, die mit zu den extremsten unter den Lianen gehören.

Die weiten Gefässe sind gleichmässig im Holzkörper auf dem Querschnitt vertheilt, verlaufen einzeln und bilden hie und da auf Längsschnitten Anastomosen. Sie werden begleitet von einigen englumigen Gefässen, von denen auch einzelne eingestreut isolirt verlaufen können. Das Holzparenchym zeigt wie bei vielen Lianen zweierlei Ausbildung, einmal in Form von etwas verdickten, verholzten getüpfelten Belagzellen in ein- bis mehrschichtigen Lagen um die Gefässgruppen, das andere Mal als zartwandiges unverholztes, massig entwickeltes, mehr weniger regelmässig in radialen Reihen angeordnetes Parenchym. In Fig. 106 Taf. VIII bezeichnet hp_1 die Belagzellen, die in dem untersuchten Stamme reichlich Stärke führten und sich dadurch noch schärfer von dem nur wenig stärkeführenden zartwandigen Parenchym hp_2 abhoben. Theils im Anschluss an die Gefässgruppen, theils in Form isolirter Stränge oder einzelner Fasern verlaufen die Holzfasern, hf, die fast bis zum Verschwinden des Lumen mit gallertartiger Innenschicht verdickt sind. Die Markstrahlen sind mehrere Zellen breit und heben sich nicht scharf von dem anstossenden zartwandigen Holzparenchym ab.

In letzteres eingebettet verlaufen nun die Bündelchen von Siebröhren (siehe Fig. 106 ss Taf. VIII), die auf Längsschnitten hie und da Anastomosen zeigen. Sie treten zerstreut im Holzkörper auf, hauptsächlich in den grösseren Zwischenräumen zwischen den weiten Gefässen, und werden vom Cambium nach innen abgeschieden. Verbindungen mit dem mächtig entwickelten Aussenphloëm habe ich nicht beobachtet, sie sind aber jedenfalls in der einen oder andern Weise vorhanden.

Fig. 107 und 108 Taf. IX stellen das Verhalten der Rinde und die Bildung des secundären Gefässbündelringes dar.

Junge Stämme haben normalen Bau von primärer Rinde und Phloëm. Auf die innerste Rindenschicht folgt ein unterbrochener Ring von Sklerenchymfasergruppen (Fig. 107 skf Taf. IX) und auf diesen mehrere Schichten unregelmässigen dünnwandigen Parenchyms,

das zwischen die Siebröhrengruppen sich ohne scharfe Grenze in das Phloëmparenchym und die Rindenstrahlen fortsetzt. Parenchym und Fasern stellen zusammen den Pericykel dar. In der Phloëmzone treten Querreihen von Secretschläuchen auf. Die Korkbildung vollzieht sich in Fig. 107 Taf. IX zunächst in der subepidermalen Rindenschicht.

Beim Dickenwachsthum des Stammes erfährt alles Parenchym der Rinde starke tangentiale Dehnung und Theilung durch Radialwände. Die Sklerenchymfaserstränge werden dadurch weit auseinander geschoben. Das Pericykelparenchym theilt sich ausserdem auch durch tangentiale Wände und wird dadurch zu einer vielschichtigen Zone. (Fig. 108 pcp Taf. IX.)

Etwa in der Mitte zwischen den Sklerenchymfasersträngen und den äussersten ältesten Phloëmelementen (in Fig. 108 bezeichnen crib. und secr. die letzteren) findet nun die Neubildung von Gefässbündelringen statt, indem aus den Pericykelparenchymzellen durch Theilung ein Cambiumstreifen entsteht, der nach innen Holzelemente, zunächst nur Holzfasern, nach aussen Weichbast abscheidet. (Siehe Fig. 108 Taf. IX.)

Es werden im Pericykel zahlreiche solcher Bündelchen, bald breitere bald schmälere angelegt, nicht gleichzeitig, sondern hier und da zunächst. Das zwischenlagernde Pericykelparenchym wird zu schmäleren oder breiteren Markstrahlen. Am Innenrande der Zone werden mehrere Lagen von Pericykelparenchym unverändert als sog. Zwischengewebe eingeschlossen.

Von Mucuna pruriens DC. sammelte ich bei Pernambuco einen 3 cm dicken Stamm, welcher noch ganz normale Verhältnisse zeigte. Wahrscheinlich treten aber auch hier später die successiven Zuwachszonen auf. Das periaxiale Holz besitzt den gleichen Bau wie bei voriger Art, unterscheidet sich aber dadurch, dass die Siebröhrengruppen zwischen den mit Holzparenchym und Holzfasern umscheideten Gefässgruppen in viel grösserer Zahl und Entwicklung auftreten. Zwischen den breiten Markstrahlen wechseln mehr oder weniger regelmässig mit einander die weiten Gefässröhren ab mit in zartwandiges Holzparenchym eingebetteten Querreihen oder Gruppen von Siebröhren, die durch ihr weites Lumen sofort hervortreten und von Secretschläuchen, die dem Phloëmparenchym zuzurechnen sind, begleitet werden. Fig. 109 Taf. IX orientirt über die Vertheilung der Elemente. Auch hier ist wiederum die Differenzirung des Holzparenchyms in Belagzellen und zartwandige unverholzte Zellen aus-

geprägt. Die Einlagerung von Siebröhrenbündeln beginnt sogleich mit der Anlagerung des periaxialen Holzes an den schmalen axialen Holzring.

Die Mucunalianen erreichen zum Theil enormen Stammdurchmesser. So erwähnt Gamble (1 p. 28), dass Mucuna macrocarpa Wall. in Ostindien 3–4 Fuss Stammumfang erreichen kann.

Das Auftreten secundärer Zuwachszonen bei Mucuna ist zuerst von Fritz Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 59 Fig. 13 Taf. III) angegeben für eine bei Desterro auftretende, wahrscheinlich mit der Blumenauer Species identische Art.

Die mit Mucuna nahe verwandte Gattung Dioclea ist gleichfalls im brasilischen Wald durch einige dickstämmige Lianen vertreten. An den gesammelten Stämmen war von successiven Zuwachszonen noch nichts zu bemerken, doch dürften dieselben an ältern Stämmen ebenfalls auftreten.

Eine nicht näher bestimmbare Art dieser Gattung tritt bei Blumenau häufig auf (3,5 cm dicker Stamm, Nr. 148 meiner Holzsammlung), die Structur des Holzes ist eine ganz ähnliche wie bei Mucuna. Das periaxiale Holz setzt sich scharf ab gegen den schmalen axialen Holzring und enthält reichlich zartwandiges Holzparenchym. Die Holzfasern treten in regelmässigen concentrischen, durch die Markstrahlen unterbrochenen Zonen auf und wechseln ab mit Zonen von dünnwandigem Holzparenchym. Dioclea weicht von Mucuna darin ab, dass keine holzständigen Siebröhrenstränge vom Aussencambium nach innen abgeschieden werden. Dagegen zeigte sich in dem untersuchten 3,5 cm dicken Stamm der Beginn einer besonderen Anomalie, die vielleicht in noch älteren Stämmen zu einer weitgehenden Zerklüftung führen dürfte. In dem 24 mm dicken, von breiten Phloëmzonen umgebenen Holzkörper waren nämlich nachträgliche Dilatationen im zartwandigen Holzparenchym zu bemerken. Sowohl unmittelbar rings um das axiale Holz, als auch in einer Entfernung von ca. 4 mm war das Parenchym in Form von Zonen in Theilung eingetreten und hatte daselbst eine allerdings nicht sehr bedeutende Dilatation hervorgerufen, die sich darin geäussert hatte, dass sich einige Markstrahlen von innen nach aussen zu durch Zelltheilungen erbreitert hatten. In den beiden dilatirten Zonen waren zum Theil bereits Cambiumstreifen gebildet, die schon kleine secundäre Siebröhrenbündelchen erzeugt hatten. Diese Bildungen bedürfen noch eingehender Untersuchung an älteren Stämmen; sie scheinen an das Verhalten von Stigmatophyllon zu erinnern.

Ebenfalls mit Mucuna verwandt ist die Gattung Spatholobus, für welche auch successive Zuwachszonen im Stamm charakteristisch zu sein scheinen. Gamble (1 p. 27) giebt an, dass Sp. Roxburghii Benth in Ostindien 3—4 Fuss im Umfang haltende Stämme erreicht und ein weiches Holz in concentrischen Lagen, die durch Ringe von weichem Gewebe getrennt seien, besitzt.

Dieselbe Anomalie ist ferner für die Gattung Pueraria von Avetta an P. Thunbergiana Benth., einer japanischen Liane, nachgewiesen, sowohl im Stamm (Ann. dell' Ist. bot. di Roma 1885 p. 11 Taf. XVIII Fig. 9 und Taf. XIX Fig. 3) als in der Wurzel (ib. 1887 p. 12 Taf. IX Fig. 4). Im Stamm bildet sich der 2. Ring gegen Ende der zweiten Vegetationsperiode und zwar, wie aus der Darstellung zu entnehmen ist, aus dem Pericykelparenchym, also in derselben Weise wie bei Mucuna, mit welcher überhaupt Pueraria grosse Aehnlichkeit auch in der Zusammensetzung des secundären Holzes, in dem Auftreten von concentrischen Lagen dünnwandigen Parenchyms, die in den Holzstrahlen alterniren mit den grossen von Holzparenchym und Bastfasern umgebenen Gefässen. Die Holzfasern haben auch hier dieselbe Beschaffenheit wie bei Mucuna. Holzständige Siebröhrenbündel werden von Avetta nicht erwähnt.

Weiterhin kommt successive Bildung von Zuwachszonen unter den Phaseoleen vor bei Rhynchosia. Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 141 Taf. III Fig. 21) hat zuerst den anomalen Stamm von Rh. phaseoloides DC. beschrieben und abgebildet, sodann Wakker[1]) (Bot. Ztg. 1889 p. 629 Taf. IX) den Modus der Entstehung der Zonen eingehender untersucht. Nach Saupe (Flora 1887 p. 313) kommt dieselbe Anomalie auch der Rhynchosia reticulata zu.

Rhynchosia phaseoloides DC. unterscheidet sich durch biegsame schmale bandförmige, häufig stark tordirte Stämme von den bisher genannten Phaseoleen. Sie scheint keine bedeutenden Dimensionen des Stammes, mithin auch kein sehr hohes Alter der windenden Langtriebe zu erreichen. Ich verdanke der Freundlichkeit von Herrn Dr. Schwacke, damals in Rio de Janeiro, einige mehrjährige Stämme von dieser Liane. Der älteste misst 23 × 6 mm. Die Mitte des bandförmigen Stammes wird von dem im Umkreis ovalen normalen Centralholz eingenommen, an das sich in den schmalen Flügeln jederseits 3 successive gebildete Zuwachszonen und die Anlage einer

---

[1]) Irrthümlicher Weise hatte Wakker die untersuchte Pflanze als Abrus precatorius bezeichnet.

4. ansetzen. Auf den Breitseiten des Stammes finden sich die Astinsertionen; hier werden in der Regel keine Zuwachszonen, nur in älteren Stämmen einzelne Stränge gebildet. Hier und da ist der Stamm unregelmässig dreiflügelig, indem nach 3 Richtungen hin die Anlagerung der secundären Holzbastringstücke erfolgt.

Bandförmige Ausbildung des Stammes findet sich unter den Leguminosen weiterhin bei Dalbergieen und bei Bauhinien.

Was die Entstehung der successiven Zuwachszonen in den Flügeln anbelangt, so liegen hier andere Verhältnisse vor, wie bei Mucuna und Pueraria. Die secundären Gefässbündelzonen entstehen hier ausserhalb der das Phloëm aussen begrenzenden Zone von Sklerenchymfasern, wie bereits Crüger richtig erkannt hat. Diese Sklerenchymfaserzone, die in älteren Stengeln gesprengt erscheint, aber durch spätere Bildung von Steinzellen wieder zu einem Ring geschlossen wird, dürfte zum Pericykel zu rechnen sein und somit die Abgrenzung des Centralcylinders gegen die Rinde bezeichnen. Ausserhalb der Faserzone liegt im jungen Stamm die primäre Rinde, deren innerste Schicht aus gleichförmigen, in tangentialer Richtung gedehnten chlorophylllosen Zellen nach Wakker (Bot. Ztg. 1889 p. 631) besteht und von ihm als Kernscheide bezeichnet wird. Sie entspricht dem Phloeoterma im Sinne Strasburger's. Wakker fand (vergl. seine Fig. 9 und 10 auf Taf. IX), dass diese Zellschicht beim Dickenwachsthum des Stammes sich mit tangentialen Wänden zunächst um den ganzen Centralkörper des Stengels herum, dann aber weiterhin nur an den beiden späteren Flügelseiten theilt und daselbst ein mehrschichtiges chlorophyllhaltiges Parenchym bildet. Die Zellen der innersten Schicht dieses Parenchyms erhalten je einen Krystall von oxalsaurem Kalk und repräsentiren somit eine Krystallscheide. Auch das primäre Rindenparenchym erfährt beim Dickenwachsthum des Stammes nachträgliche Theilungen. Die Grenze zwischen den aus der Kernscheide hervorgegangenen und den übrigen Rindenzellen ist dann nicht mehr genau festzustellen. Die secundären Zuwachszonen, die zur Bildung der Flügel führen, entstehen nun dadurch, dass in dem Rindenparenchym Cambiumstreifen auftreten. Aus der Darstellung Wakker's ist nicht mit Sicherheit zu entnehmen, ob diese Cambien in dem aus der Kernscheide entstandenen Parenchym entstehen oder in Schichten, die der übrigen primären Rinde entsprechen; soviel scheint aber festzustehen, dass der Pericykel sich nicht an der Bildung der Zuwachszonen betheiligt, dass somit hier ähnliche Verhältnisse vorliegen wie bei den Menispermaceen, Cadaba und Avicennia. Die

Phaseoleen geben ein interessantes Beispiel für die Erscheinung, dass selbst innerhalb enger Verwandtschaftskreise eine ähnliche Anomalie auf verschiedenem morphologischem Wege zu Tage treten kann.

Die successiven Cambien bilden nach innen eine Holzzone, nach aussen eine diese sichelförmig umgebende Phloëmzone. An der Aussengrenze der letzteren entsteht mit der Anlage der Cambien ein Sklerenchymring, demjenigen des centralen Holzbastkörpers entsprechend. Die einzelnen Zonen werden getrennt durch mehrere Schichten chlorophyllführender Parenchymzellen, die bei der Cambiumneubildung in der Rinde unverändert nach innen zu eingeschlossen werden und dem Zwischengewebe der übrigen Hölzer mit successiven Gefässbündelzonen entsprechen.

Nach Wakker (p. 636) tritt die Anomalie auch in älteren, ungefähr 5 mm dicken Wurzeln auf, welche anfangs einen kreuzförmigen, also mit 4 Längsfurchen versehenen Holzkörper ausbilden. Die Zuwachszonen entstehen ringsum nicht in Form von Flügeln wie im Stengel.

Vielleicht gehört zur Gattung Rhynchosia oder zu einer nahe verwandten Gattung auch eine eigenthümliche Liane, welche Dr. Schwacke bei Manáos am Amazonenstrom sammelte und deren sonderbarer Querschnitt in Fig. 110 Taf. IX abgebildet ist. Derselbe zeigt ganz ähnlich wie bei Rhynchosia schmale successive Zuwachszonen, aber nur nach einer Seite hin, derart dass ein 3 mm dünner, einseitig geflügelter, bandförmiger Stamm entsteht. Aehnliche Wachsthumsvorgänge sind weiter oben auch für Menispermaceen erwähnt.

Nicht sämmtliche holzige Phaseoleen scheinen anomale Stämme zu entwickeln. So ist zum Beispiel ein von Sintenis auf Porto Rico gesammelter, ca. 2 cm dicker Stamm von Canavalia gladiata Benth. normalwüchsig und kennzeichnet sich als Liane nur durch die weiten Gefässe und das reichliche Holzparenchym. Auch Saupe (Flora 1887 p. 312) erwähnt keine Anomalie an einem, 6 schwach angedeutete Jahresringe zeigenden, sehr weichholzigen Stamm der Hardenbergia monophylla.

Allgemein kommt, wie Saupe (ib. p. 311) hervorhebt, bei den Phaseoleen ein sehr lockeres Holz vor, indem das Holzparenchym dünnwandig bleibt und die Holzfasern auf bestimmte, scharf abgesetzte Gruppen, manchmal nur auf ein- oder wenigzellige Fäden beschränkt werden und die breiten Markstrahlen bedeutende Höhe erreichen, Eigenthümlichkeiten, die mit der kletternden Lebensweise in Relation stehen.

e) Trib. Dalbergieae.

Die wichtigsten Gattungen von kletternden Sträuchern dieser Gruppe sind Dalbergia und Machaerium, beide zu den Zweigklimmern gehörend.

Ein Theil der Dalbergieen hat normales Dickenwachsthum, entweder gleichmässig auf dem ganzen Umfang oder ungleichmässig unter Bildung von geflügelten Stämmen; ein anderer dagegen zeichnet sich durch successive Zuwachszonen aus, und es kann diese Anomalie, die bei gewissen Arten von Dalbergia, Machaerium und Derris auftritt, ebenfalls mit Bildung von abgeplatteten Stämmen verbunden sein.

Was zunächst die Gattung Dalbergia anbelangt, so sind die Stämme der von mir gesammelten 3 Arten: Dalb. variabilis Vog., D. Mülleri Taubert n. sp., D. foliolosa Benth. alle normalwüchsig und cylindrisch. Ebenso verhält sich das kaum als Liane zu bezeichnende, an der Küste als Strauch auftretende Hekastaphyllum Brownii Pers.

Dalbergia variabilis Vogel, einer der häufigsten und dicke Stämme bildenden Zweigklimmer Südbrasiliens, zeigt selbst an viele Jahre alten Stämmen keine secundären Holzbastzonen in der Rinde. Sie entwickelt ein festes, hartes, wenig an eine Liane erinnerndes Holz und steht somit noch auf einer tieferen Stufe der Stammausbildung. Das axiale englumige Holz ist von dem periaxialen nicht sehr scharf abgegrenzt. In dem ersteren messen die Gefässe 0,06 mm, in dem letzteren bis 0,26 mm, nach aussen zu weiter werdend und in concentrischen Linien auf dem Querschnitt angeordnet. Die Grundmasse des Holzes zwischen den einschichtigen Markstrahlen besteht aus abwechselnden Querbändern von Holzfasern und stärkeführendem Holzparenchym, in welches weitere und engere Gefässe eingesprengt sind. Im Phloëm, dessen Sklerenchymfasern regelmässig in Querzonen zwischen den Weichbastzonen angeordnet sind, fehlen Secretschläuche, die dagegen bei Machaerium allgemein vorkommen und beim Anschneiden Harz austreten lassen.

Die beiden andern oben erwähnten Dalbergien verhalten sich wie D. variabilis, haben ebenfalls sehr hartes Holz.

Innerhalb der Gattung Dalbergia ist mir nur für eine Art, nämlich D. paniculata Roxb., in Ostindien einheimisch, anomales Dickenwachsthum bekannt geworden. Nach einer mir auch vom Autor bestätigten Angabe von Brandis (Forest Flora p. 151; vgl. auch Gamble 2 p. 129) besteht der Stamm derselben aus concentrischen breiten Holzmassen, die mit schmalen Zonen von Phloëm alterniren. Um so merk-

würdiger ist diese Erscheinung, als D. paniculata keineswegs eine Liane, sondern ein 60 Fuss hoher Baum ist. Die Frage nach der Herkunft der abweichenden Structur ist eine offene. Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass sich diese Art von einer Liane abgeleitet und von dieser die besondere Form des Dickenwachsthums als eine Eigenschaft mit übernommen und beibehalten hat. Vielleicht wird man Anhaltspunkte für die Discussion dieser Frage gewinnen, wenn für sämmtliche Arten von Dalbergia die Stammstructur und genau die Verwandtschaftsverhältnisse bekannt sind. Gamble (2 p. 129) erwähnt ausser der abweichenden D. paniculata Roxb. eine Anzahl ostindischer Dalbergia-Arten, meist Bäume (D. Sissoo, latifolia, cultrata, lanceolaria, nigrescens) und 2 Lianen (D. stipulacea, foliacea), welche alle normales Holz aufweisen.

Die Gattung Machaerium scheint, nach meinem Material zu urtheilen, viel mannigfaltigere Formen der Stämme in sich zu schliessen.

Bei einigen Arten ist das Dickenwachsthum des Stammes ein ganz normales und gleichmässiges. Von Machaerium violaceum Vog., einer bei Blumenau häufigen zweigklimmenden Liane, sammelte ich einen 5,5 cm dicken cylindrischen Stamm, dessen Structur grosse Aehnlichkeit mit Dalbergia variabilis hat, im Phloëm aber tangentiale Bänder von Harzschläuchen aufweist. Ein 3 cm dicker Stamm von Mach. brasiliense Vog., bei Rio gesammelt, besitzt ebenfalls cylindrisches, normales, sehr festes Holz mit sparsam vertheilten weiten Gefässen. Ich halte es für unwahrscheinlich, dass in noch höherem Alter secundäre Ringe in der Rinde hier gebildet werden.

Gleichfalls normalwüchsig ist der Stamm von einer bei Rio gesammelten Art von Machaerium (Nr. 295), mit der einzigen Abweichung, dass die Production des periaxialen Holzes vorwiegend nach 2 gegenüberliegenden Seiten hin erfolgt und dadurch etwas abgeplattete oder geflügelte Stämme entstehen. Ein Stamm misst 2,5 $\times$ 1 cm im Querschnitt. Es kommt auch zuweilen vor, dass die Flügel nach einer Seite hin etwas genähert verlaufen, und dadurch wird der Stamm auf längeren Strecken rinnenförmig, wie z. B. der in Fig. 111 Taf. IX abgebildete Stamm. Die Seitenzweige entspringen auf den Breitseiten des Stammes.

In höherem Maasse zeigt eine nicht näher bestimmbare Art von Machaerium, die ich bei Rodeio, Prov. Rio (Nr. 430 und 448) sammelte, die bandförmige Ausbildung des Stammes, indem an das cylindrische axiale Holz rechts und links schmale Flügel apponirt werden. So misst der in Fig. 112 abgebildete ältere Stamm bei 0,6 cm

Dicke der Flügel 5,5 cm im grössten Durchmesser des Querschnitts. Diese breiten Bandstämme sind sehr biegsam und geschmeidig.

Auch bei diesen beiden Arten dürften secundäre Holzbastzonen in noch älteren Stämmen nicht gebildet werden.

Anomale Arten dagegen sind nach meinen Beobachtungen:

1) Machaerium tounateifolium Taubert n. sp., Fig. 113, 114 Taf. IX;
2) „ secundiflorum Martius, Fig. 116 Taf. IX;
3) „ angustifolium Vog., Fig. 115 Taf. IX;
4) „ amplum Benth.;
5) „ aculeatum Raddi, Fig. 117 a u. b Taf. IX;
6) „ species von Rio (Nr. 559), Fig. 118 Taf. IX; mit voriger nahe verwandt.

Diese Lianen zeigen je nach den Arten verschiedene Querschnittsbilder, und auch bei derselben Art variirt die Grösse und Form der einzelnen Holzzonen, wie ein Blick auf die Figuren lehrt. Die 4 erstgenannten Arten bekommen beim Dickenwachsthum mehr oder weniger cylindrische Stämme, während die beiden letzten Lianen sich durch Flügelbildung infolge partieller Anlagerung der Zuwachszonen auszeichnen. Aber auch bei den ersteren Arten erfolgt die Anlegung der successiven Holzbastringe selten in genau concentrischer Weise, die meisten Stämme zeigen einen excentrischen normalen Centralkörper, die dritte und folgenden Zonen sind in der Regel nicht mehr ringsum ausgebildet.

Machaerium tounateifolium, eine bei Rio sehr häufige kräftige Liane, lieferte mir die dicksten hierhergehörigen Stämme, an denen die Anomalie erst eintritt, nachdem sie mehrere Jahre alt geworden sind. Je nach den Trieben, vielleicht auch nach dem Standort und den besonderen Zug- und Druckverhältnissen, unter denen dieselben stehen, erlangt das normale Centralholz grösseren oder geringeren Durchmesser, ebenso die secundären Zonen. So ist z. B. die Anomalie an dem in Fig. 114 Taf. IX abgebildeten, ca. 10 cm dicken Stamm erst eingetreten, nachdem der centrale Holzkörper einen Durchmesser von 3,5 cm erreicht hatte, an dem Stamm der Fig. 113 Taf. IX dagegen bereits bei einer Dicke von 1,5 cm. Der erstere Stamm war von Anfang an, wie aus dem grösseren Durchmesser des in der Figur weiss gelassenen axialen Holzes folgt, kräftiger und stärker als der zweite. Bei dem gänzlichen Mangel von Jahresringen in dem periaxialen Holz lässt sich für beide Stämme der Zeitpunkt des Eintritts der Anomalie nicht bestimmen. Ein dicker Stamm der-

selben Art besass ein normales Centralholz von 1 cm Durchmesser, um dasselbe 3 regelmässige Zuwachszonen von 5 mm Dicke und im Anschluss an die 3. Zone noch 5 fernere ebenso breite Zonen, die aber einseitig nur in etwa $^1/_3$ des Umfanges apponirt waren. Diese Stämme zeigen oft nach Verlauf von wenigen cm andere Ausbildung der Zuwachszonen.

Machaerium angustifolium Vog., ebenfalls bei Rio gesammelt, zeichnet sich (siehe Fig. 115 Taf. IX) aus durch sehr schmale Zuwachszonen.

Von Mach. secundiflorum Mart. steht mir nur ein Stamm zur Verfügung, dessen 1. secundäre Holzzone erst 3 mm dick ist bei einem Durchmesser des Centralholzes von 1,5 cm (Fig. 116 Taf. IX), von Mach. amplum Benth. ein 1,3 cm dicker Stamm mit einer eben angelegten, erst 0,5 mm dicken secundären Zone. Diese letztere Art scheint schon im 2. Jahre zu anomalem Dickenwachsthum überzugehen.

Das bei Rio sehr häufige Machaerium aculeatum Raddi entwickelt regelmässig geflügelte Stämme, indem nach zwei gegenüberliegenden Kanten die Production von sichelförmigen Zuwachszonen erfolgt. Die Stämme erhalten eine Dicke der Flügel von höchstens 1 cm. Auf den Breitseiten stehen in den Mittellinien die Astinsertionen. Hin und wieder werden auf gewisse Strecken hin auch 3 Flügel ausgebildet, und ganz alte Stämme nahe am Boden können durch abweichende Ausbildung der späteren Zonen und durch Erbreiterung der Flügel unregelmässige Gestalt annehmen, wie in Fig. 117b Taf. IX dargestellt ist.

Jedenfalls nahe verwandt mit M. aculeatum ist die bei Rio gesammelte, nicht näher bestimmbare Machaerium-Liane (Nr. 559), deren Querschnitt in Fig. 118 Taf. IX abgebildet ist und deren Stämme ebenfalls geflügelt, aber dicker sind als bei vorigen. Van Tieghem giebt in seinem Traité de botanique (2. Edit. p. 830 ff., 545) die Abbildung einer von ihm als Bauhinia bezeichneten Liane, die mit der genannten Machaerium-Art höchstwahrscheinlich identisch ist, zumal ihr die für Bauhinia charakteristische Kreuzform des axialen Holzes abgeht.

Bei allen angeführten Machaerien ist der Unterschied zwischen axialem Holz mit engen und periaxialem mit weiten Gefässen deutlich ausgeprägt. Der Durchmesser des ersteren variirt bei den einzelnen Arten und Individuen je nach der Stärke der Triebe und wahrscheinlich der Beschaffenheit des Standortes. An sonnigen Stellen dürfte das

axiale Holz grössere Mächtigkeit erlangen als im tiefen Waldesschatten.

Das periaxiale Holz besteht aus getüpfelten weiten Gefässen neben Gruppen englumiger, aus starkwandigen Holzfasern, aus stärkereichem Holzparenchym und schmalen Markstrahlen gewöhnlicher Bildung. Im axialen Holz überwiegen die regelmässig radial angeordneten Holzfasern als Grundmasse, während im periaxialen Holz die Fasern nur gruppenweise in Querzonen stehen und mit dem bald dick- bald dünnwandigen, die Gefässe umgebenden Holzparenchym alterniren. Das Verhältniss der Fasern zum Parenchym variirt. Das letztere kann auch zum Theil unverholzt bleiben.

Die successiven Phloëmzonen sind in den Stämmen wohl entwickelt und zeichnen sich aus durch Querbänder von Secretschläuchen, aus denen dunkelrothbraune harzige Massen beim Anschneiden hervorkommen. Der Querschnitt der Weichbastzone erscheint durch diese Secretbehälter fein concentrisch gestrichelt.

Die successiven Holzringe stehen mit dem Holzkörper der Seitenzweige in Verbindung, zeigen dagegen in ihrem Längsverlauf mit der nächst inneren Zone keine oder nur höchst selten Anastomosen.

Allgemein stellen die secundären Holzzonen geschlossene, nicht von breiten Markstrahlen durchzogene Röhren oder Rinnen oder Stränge dar. Man kann diese Structur gerade nicht als eine sehr vollkommene bezeichnen, wenn auch immerhin selbst in Stämmen von der Form des in Fig. 113 Taf. IX abgebildeten die Torsionsfähigkeit durch die Einlagerung der weichen nachgiebigen Phloëmzonen etwas erhöht wird. Vollkommener sind schon die bandförmigen und leicht biegsamen Stämme von Machaerium aculeatum. Es kann möglich sein, dass die Anomalie zunächst nur als blosse Correlationserscheinung beim Uebergang der Pflanze zu kletternder Lebensweise hervortrat.

Der Ort der Entstehung der successiven Cambien ist im Allgemeinen bei den Machaerien in dem Phloëmparenchym zu suchen. Es mögen noch einige specielle Angaben, im Besonderen über die Bildung der Zonen folgen.

Machaerium tounateifolium. Ein 3,5 cm dicker Stamm mit 2 cm dickem Centralholz, 2—3 mm dickem, ersten secundären Holzring und der Anlage eines 2. Ringes war aussen bedeckt mit Periderm, darunter folgte eine schmale mehrschichtige Zone von Parenchym, das aus der primären Rinde hervorgegangen war. Die Grenze zwischen derselben und dem Centralcylinder ist bezeichnet durch eine kreisförmige Linie, welche die an die primäre Rinde anstossenden isolirten,

an dem vorliegenden mehrjährigen Stamm bereits weit auseinander gerückten, im Querschnitt halbkreisförmigen Bündel von stark verdickten Pericykelsklerenchymfasern verbindet. Diese Bündel werden hier also nicht durch Steinzellen zu einem Ring verbunden. Auch erfährt hier das Pericykelparenchym keine Erbreiterung und hat keinen Antheil an der späteren Zuwachszonenbildung. Der erste secundäre Holzbastring entsteht vielmehr in der äusseren Parthie der zu dem normalen centralen Holzkörper gehörigen Phloëmzone. Dieselbe besteht hier im Wesentlichen nur aus parenchymatischen Elementen mit kurzen Querreihen voluminöser Secretschläuche, isolirten Bastfaserbündelchen und den tangential gezerrten Ueberresten collabirter Siebröhren. In der weiter einwärts gelegenen activen Siebröhrenzone wechsellagern regelmässig Siebröhren- und Parenchymgruppen mit Querbändern von Bastfasern und Querbändern von Secretschläuchen. Die neuen Cambien entstehen durch Theilung der Parenchymzellen, zunächst nur hie und da auf dem Umfang, bald aber unter Zusammenschliessen zu einem continuirlichen Ring. Die Cambien erzeugen nach innen Holz, zuerst Querzonen von Holzparenchym und Holzfasern, dann wenige kleine und weiterhin erst die weitlumigen Gefässe, nach aussen Phloëm. Die Anlage der ersten secundären und auch der späteren Zonen geschieht bereits, wenn das nächst innere Cambium seine Thätigkeit noch nicht eingestellt hat. Infolgedessen entstehen Spannungen in tangentialer Richtung in dem neu angelegten Holzring. In dem untersuchten Stamm war der erste secundäre Ring 2—3 mm breit und diese Spannung dadurch ausgeglichen, dass in einer Anzahl von Markstrahlen an der Innengrenze die Zellen tangential gestreckt und zum Theil in Theilung eingetreten waren, so dass die Strahlen sich nach innen keilförmig erbreiterten. Der zweite secundäre Ring war noch nicht im ganzen Umfang des Stammes angelegt. Er entstand wiederum in der äusseren Parthie des Phloëms des ersten Ringes. Die successiven Cambien stellen ihre Thätigkeit ein, wenn die nächst äusseren Ringe ganz geschlossen und eine gewisse Dicke erreicht haben, so dass in älteren Stämmen (wie in Fig. 113 Taf. IX z. B.) die inneren Holzkörper nicht mehr dicker werden.

An älteren Stämmen von Mach. tounateifolium, wie z. B. in dem in Fig. 113 abgebildeten, greift die Peridermbildung auf die äusseren Phloëmschichten des äussersten secundären Holzringes über, die primäre Rinde, Pericykel und die äussersten Phloëmschichten werden zu Borke bezw. abgeworfen. Die Cambiumneubildung erfolgt dann in

einer gewissen Entfernung vom Phellogen aus dem Phloëmparenchym des äussersten Ringes.

Auch bei allen übrigen oben erwähnten und untersuchten Machaerien ist stets das Phloëmparenchym die Stätte der Neubildung, so auch bei Machaerium angustifolium Vog. (Fig. 115 Taf. IX). Besonders deutlich war dies zu erkennen an einem 1,3 cm dicken Stamm von Machaerium amplum Benth. mit einem eben angelegten secundären Ring, der ungefähr in der Mitte der primären Phloëmzone aus dem Phloëmparenchym seine Entstehung genommen hatte. Die Fortsetzung der Rindenstrahlen der inneren Parthie in die äussere war noch leicht zu erkennen. Die äussere, durch das neue Cambium abgeschnittene Parthie enthielt natürlich keine activen Siebröhren mehr. Bei der Bildung des Cambiums kann es vorkommen, dass eine Querreihe von Secretschläuchen im Wege liegt. Dieselben treten nicht mit in Theilung ein, sondern werden unverändert von den neuen Gefässbündelelementen mit eingeschlossen. Die übrige Rinde und der unterbrochene Ring von Pericykelsklerenchymfasern sind im Wesentlichen wie im jungen Stamm von M. tounateifolium beschaffen.

In den Flügelstämmen von Machaerium aculeatum Raddi (Fig. 117a u. b Taf. IX) werden zum Unterschied von allen bisher genannten die Sklerenchymfaserbündelchen, die die primäre Rinde innen begrenzen, durch Steinzellen zu einem geschlossenen unregelmässigen Ring verbunden, der in tangentialer Richtung beim Dickenwachsthum des Stammes durch Einschieben neuer Steinzellen mitwächst. Auch hier entstehen die sichelförmigen secundären Zonen deutlich im Phloëmparenchym. Die Kanten der successiven Holzsicheln laufen spitz aus in das Phloëm des nächst inneren Holzkörpers. Ebenso verhält sich die in Fig. 118 Taf. IX abgebildete geflügelte Liane Nr. 557.

Unter den Dalbergien ist mir ausser für Arten von Dalbergia und Machaerium das Auftreten successiver Holzbastzonen nur noch für eine Derris species bekannt geworden. Diese Liane wurde von Herrn Dr. Pfaff[1]) am Rio Negro, Prov. Amazonas, gesammelt, wo sie unter dem Namen Sipo Timbó zum Vergiften der Fische benutzt wird. Herr Dr. Taubert bestimmte sie als Derris negrensis Bth. oder als eine dieser nahe verwandte Art. Stammproben von ca. 5 cm Durchmesser verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Pfaff. Dieselben erinnern etwas an die Stämme von Mucuna. Mehrere Jahre

---

[1]) Vgl. F. Pfaff: Ueber die giftigen Bestandtheile des Timbós, Archiv der Pharmacie 1891.

hindurch wachsen sie normal, bis der Holzkörper etwa eine Dicke von 3—4 cm erreicht hat. Dann treten secundäre Holzbaststränge in der äusseren Parthie der secundären Rinde auf (die Bildungsstätte war an dem trockenen Material nicht mit Sicherheit genau zu erkennen). Diese Stränge werden in grösserer Zahl und ungleicher Entwicklung gebildet und treten nach aussen als anastomosirende Wülste hervor. Sie dürften sich später zu einer mehr oder weniger geschlossenen Zone entwickeln. Das periaxiale Holz ist mit in radialen Reihen stehenden, ca. 0,5 mm weiten Gefässen deutlich von dem festen, etwa 2 mm breiten, axialen Holzring unterschieden und zeichnet sich auch durch reichlich eingesprengtes dünnwandiges Holzparenchym aus, so dass die Stämme in frischem Zustand jedenfalls sehr weichholzig sind.

Im Anschluss an die Dalbergieenlianen lasse ich die Beschreibung einer eigenthümlichen, leider ohne Blätter gesammelten und daher nicht näher bestimmbaren Liane vom Corcovado bei Rio folgen, welche den Dalbergien angehören dürfte. Dieser Stamm (Nr. 495 meiner Sammlung) hat die beträchtliche Dicke von 12 × 15 cm erreicht und ist in Fig. 119 Taf. IX abgebildet. Er zeichnet sich aus durch secundäre, in der Rinde entstandene Holzbaststränge von verschiedenster Grösse. Die Neubildungen sind erst sehr spät zur Entwicklung gekommen, der normale centrale Holzkörper misst bereits ca. 8 cm Dicke. Sie vollziehen sich in anderer Weise wie bei den oben beschriebenen Dalbergieen und erinnern am ehesten an das Verhalten älterer Stämme der Sapindacee Serjania piscatoria Radlk., indem die ältesten Bündel hier zu äusserst liegen und fortgesetzt jüngere Stränge nach innen zu in dem secundären Phloëm des Centralkörpers auftreten. Jeder Strang besitzt sein besonderes Cambium, das nach innen Holz, nach aussen Weichbast abscheidet. Wann die erste Bildung secundärer Stränge eintritt, lässt sich nicht mit Sicherheit aus dem Querschnitt entnehmen. Der centrale Holzkörper scheint dabei weiter zu wachsen, vor Allem seine Phloëmzone stetig zu erneuern, in deren tieferen Schichten die Cambien successive entstehen.

Das secundäre Phloëm (vgl. Fig. 120 Taf. IX) besteht aus regelmässigen Querbändern von Bastfasern, die durch die 2—4 Zellen breiten Rindenstrahlen in im Querschnitt rechteckig oder quadratisch erscheinende Stränge zerlegt werden. An die Faserstränge stossen innen und aussen Phloëmparenchymzellen in 1 oder 2 Lagen, und zwischen die Querbänder sind die Querzonen von Siebröhren und Ge-

leitzellen eingebettet, welche in älteren Parthien zu unregelmässigen Massen (in der Figur dunkel gehalten) zusammengedrückt erscheinen. Die Fig. 120 Taf. IX veranschaulicht die Entstehung der secundären Gefässbündel aus dem Phloëmparenchym. Zwischen Zone a und b befinden sich 2 schon weiter entwickelte, mit einigen weiten Gefässen versehene Bündel, deren Weichbast nach aussen sich vorwölbt und eine Kuppe von obliterirtem Siebröhrengewebe daselbst besitzt. In der Mitte zwischen beiden Bündeln befindet sich die Anlage eines neuen (gfb_8); die dort befindlichen Parenchymzellen haben sich regelmässig getheilt und Radialreihen zartwandiger Zellen gebildet, aus denen die ersten Holzelemente nach innen, die ersten Siebröhren nach aussen, das Cambium in der Mitte hervorgehen werden. Zwischen den Faserzonen b und c sind 2 secundäre Bündel, davon das eine noch in Anlage zu sehen. So entstehen im Allgemeinen die neuen Bündel in immer tiefer gelegenen Zonen des Phloëms. Sie stehen durch zahlreiche Anastomosen unter einander in Verbindung, weniger in radialer als in tangentialer Richtung.

Es ist klar, dass durch diese inneren Wachsthumsvorgänge starke Spannungen in den äusseren Parthien der Rinde auftreten müssen. Daher sieht man dort auch überall zwischen den Bündeln Dilatationsstreifen, die Markstrahlen oft hin und her gebogen und die ursprünglich regelmässig concentrische Anordnung der Bastfasergruppen verschoben.

Aussen wird der Stamm von Periderm bedeckt, darunter folgt tangential stark gedehntes Parenchym, in welchem weit auseinander geschobene Bündel von Bastfasern und obliterirten Siebröhrengruppen angetroffen werden. Die Phellogenbildung ist somit auf das secundäre Phloëm übergegangen und die primäre Rinde mit dem Pericykel abgeworfen worden.

§ 45.

Caesalpiniaceae.

Kletternde Sträucher treten auf in den Triben der Eucaesalpinieen, Cassieen und Bauhinieen. Unter den ersteren sind mir keine anomalen Stämme bekannt. Dagegen zeichnen sich einige kletternde Cassia-Arten durch gefurchte Holzkörper aus, und innerhalb der grossen und wichtigen Gattung Bauhinia sind 3 Typen des Dickenwachsthums zu unterscheiden, nämlich erstens breit bandförmige Stämme mit normalem Holz, zweitens Stämme mit successiven Zuwachszonen, ähnlich wie bei den Dalbergieen, und drittens Stämme mit weitgehender nachträglicher

Zerklüftung, also sehr verschiedene Structuren innerhalb desselben Verwandtschaftskreises.

Cassia enthält innerhalb der Section 1 Bacillares der Gruppe Chamaefistula Benth. eine Anzahl im tropischen Amerika auftretender spreizklimmender Kittersträucher. Hierher gehört auch die brasilische Cassia angulata Vog., von welcher ich in der Provinz Minas einen 13 mm dicken Stengel sammelte. Wie Fig. 121 Taf. X zeigt, ist das Wachsthum ein ungleichmässiges, es bilden sich 5 nach aussen vorspringende, abgerundete Längsrippen, getrennt durch Furchen, die an älteren Stämmen noch schärfer sich markiren dürften. Die überall gleichdicke Rinde zieht sich in die Furchen hinein. Von den Furchen verlaufen nach dem deutlichen axialen Holz Streifen mit wenigen Gefässen und relativ mehr Holzfasern. Die Längskanten verlaufen längs des Stammes. Unter jeder Blattinsertion endigt eine Rippe und über ihr steht eine Furche.

Noch ausgeprägter ist die Rippenbildung bei der von Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 469, Taf. VII Fig. 20, 21) dargestellten westindischen Cassia quinquangulata Rich., bei welcher sich ebenfalls 5 tiefgehende Furchen durch Zurückbleiben der Thätigkeit des Cambiums ausbilden und an älteren Stämmen, ähnlich wie bei gewissen Malpighiaceen, Lantana, Sabicea etc., wahrscheinlich infolge von Tordirung der Stämme durch äussere Eingriffe, auch eine Loslösung der Holzvorsprünge durch Einreissen in den Furchen stattfinden kann, ohne dass die Stämme zu Grunde gehen.

Die Gattung Bauhinia enthält kletternde Sträucher mit Ranken in den Sectionen Phanera, Lysiphyllum, Loxocalyx, Lasiobema, sämmtlich in den Tropen der alten Welt, und Schnella in den Tropen Amerikas. Die von mir gesammelten und beschriebenen Lianen gehören alle der letzteren Section an, in welcher die 3 oben genannten Formen des Dickenwachsthums zugleich auftreten.

Nur die Lianen besitzen die besonderen Structuren, nicht aber die baumbildenden Arten. Die letzteren zeichnen sich im Gegentheil durch sehr festes, engporiges, normales Holz aus, so z. B. die brasilischen Bauhinia forficata Link. und B. rufa Steud.

1. Typus: Geflügelte und gewellte Stämme mit normalem Holz (Fig. 122 a, b Taf. X).

Hierher gehört eine bei Blumenau häufige Schnella-Art, die bisher noch nicht beschrieben ist. Leider konnte ich ausser verschiedenaltrigen Stämmen nur Blätter erlangen, so dass eine Diagnose nicht gegeben werden kann. Die Blätter sind bis 17 cm lang, bis 11 cm

breit, die Spreiten pergamentartig glänzend grün, bis zur Basis getheilt in 2 acuminate Fiedern. Die Ranken stehen zu 2 opponirt am Ende des ersten Internodiums der Seitenzweige. Der Kürze halber sei diese Species hier vorläufig als Bauhinia blumenaviana bezeichnet (cf. Beiträge zur Biologie der Lianen p. 232 u. Taf. VII Fig. 41).

O. Warburg (Bot. Ztg. 1883 p. 617, Taf. V Fig. 3—4) beschreibt und bildet ab die Stämme einer Bauhinia, die mit dieser Species identisch ist. Das Material stammte von Fritz Müller in Blumenau her. Die älteren Stämme der Strassburger Sammlung dagegen, welche Warburg untersuchte und mit zerklüftetem Holzkörper (Fig. 5 u. Fig. 6 seiner Tafel) abbildet, dürften nicht zu B. blumenaviana gehören. Die Bezeichnung Caulotretus heterophyllus für diese und die ersteren Lianen ist nicht zutreffend.

Bauh. blumenaviana zeichnet sich dadurch aus, dass schon frühzeitig der Stamm bandförmig abgeplattet wird, indem er an 2 gegenüberstehenden Kanten in Form schmaler Flügel in die Dicke wächst, während die Breitseiten, in deren Mittellinie die Blatt- und Astinsertionen sich befinden, keine weitere Verdickung erfahren. Das Cambium umzieht in normaler Weise den bandförmigen Holzkörper; weder nachträgliche Zerklüftung des Holzes, noch Bildung secundärer Zuwachszonen in der Rinde tritt selbst in den ältesten mir zur Verfügung stehenden Stämmen von 6 cm Breite bei ca. 5 mm Dicke auf (Fig. 122 a Taf. X, Querschnitt). Hin und wieder sind an älteren Stämmen die Flügel nach aussen dicker, und es können auch seitliche Rippen und Leisten an die Hauptflügel angesetzt werden (cf. Fig. 122 b). Combinirt mit der Bandform des Stammes ist hier in sehr ausgeprägter Weise die für so viele Bauhinia-Lianen charakteristische Wellung des Stammes, die an dem Beispiel dieser Art besprochen werden soll.

Zunächst Einiges über die Structur der Elemente des Stammes. Die jungen diesjährigen Langtriebe dieser Bauhinia sowohl wie auch der übrigen zu den beiden anderen Typen gehörigen Arten sind stielrund, mit einem im Querschnitt kreuzförmigen Marke versehen. Anfangs wächst der schmale Holzring gleichmässig allseitig um das Markkreuz in die Dicke, die Furchen zwischen den Kreuzarmen gleichen sich dann aus, und so entsteht ein aussen cylindrischer axialer Holzkörper von festerem Gefüge (siehe Fig. 122 Taf. X), gegen den sich nun das lockere und weiche periaxiale Holz, das die seitlichen Flügel des Stammes bildet, scharf absetzt. O. Warburg (l. c. p. 621) bezeichnet beide Holzarten als Central- und Aussen- oder Flügelholz. Der Unterschied in der Zusammensetzung des axialen und periaxialen Holzes

ist ein bedeutender und kehrt bei allen untersuchten Bauhinien in gleicher Weise wieder. Wie bei allen Leguminosen (cf. Solereder p. 109) sind auch im Holze von Bauhinia Holzfasern in der Grundmasse des Holzes. Im axialen Holze stehen die Fasern sehr regelmässig in schmalen 1-, 2- oder 3schichtigen radialen Reihen, getrennt durch die zahlreichen schmalen Markstrahlen. Die Fasern sind hier mässig verdickt, führen wenig Inhalt und sind meist quergefächert. Relativ wenige und englumige, meist 0,06 mm weite Gefässe sind in einzelnen der radialen Reihen eingesprengt. Die schmalen, gewöhnlich einschichtigen Markstrahlen zeigen sich auf Tangentialschnitten als sehr hohe, aus vielen Reihen zusammengesetzte Platten. Nur dicht um die Gefässe findet sich etwas Holzparenchym. Die Grenze des axialen Holzes nun ist bezeichnet durch schmälere oder breitere tangentiale Bänder von dünnwandigem stärkeführenden Holzparenchym, das das ganze periaxiale Holz in reichlicher Menge durchsetzt und so die grössere Weichheit desselben bedingt; es schiebt sich in unregelmässigen Querbändern zwischen die Holzfasern und umgiebt in grösseren Schichten die Gefässe, verbindet überall die Markstrahlen.

Wie O. Warburg (p. 626) richtig hervorhebt, ist das Holzparenchym im periaxialen Holz zum Theil unverholzt und besonders zartwandig. Solches Parenchym tritt in Form von tangentialen, sich netzartig ausbreitenden Streifen zusammen mit dem verholzten und etwas dickwandigeren Parenchym auf, ist in der Umgebung des axialen Holzes besonders reichlich vorhanden und erscheint an dem Alcoholmaterial meist bräunlich gefärbt. Auch die Markstrahlzellen, die in diesen Bändern liegen, sind unverholzt und zartwandig. Warburg bezeichnet es als eingeschlossenes Rindenparenchym, als ein dem Phloëm entwicklungsgeschichtlich zugehöriges Gewebe, das durch Ueberspringen des Aussencambiums in das Holz eingeschlossen wird. Das ist indessen nicht der Fall, vielmehr hat das zartwandige Parenchym den gleichen Ursprung wie alle übrigen Holzelemente, es wird vom Cambium nach innen abgeschieden und findet sich in ähnlicher Weise auch in vielen anderen weichholzigen Lianenstämmen wieder. Bedeutung erlangt es für die nachträgliche Zerklüftung der dem 3. Typus angehörigen Hölzer. Es trägt wesentlich dazu bei, die Biegsamkeit des Stammes zu erhöhen.

Die Holzfasern sind im periaxialen Holz ausgezeichnet durch bis fast zum Schwinden des Lumens verdickte gallertartig aussehende Innenschicht und werden begleitet von zahlreichen Krystallkammerfasern. Die getüpfelten Gefässe sind dimorph, weitlumige

runde gleichmässig zerstreut, dazwischen kleine Gruppen englumiger, die sich hie und da an die weiten anlagern und die Anastomosen zwischen denselben herstellen. In den äussersten Flügeln messen die weiten Gefässe ca. 0,27 mm, in den innern Theilen ca. 0,16 mm Weite.

Das secundäre Phloëm, mit seinen zahlreichen zerstreuten Bast- und Krystallkammerfasern, die ganz den gleichartigen Elementen des Holzes entsprechen, wird, aussen durch eine Sklerenchymschicht aus den primären Fasergruppen des Pericykels und secundären Steinzellen sich zusammensetzend, abgeschlossen gegen die äussere Periderm bildende Rinde.

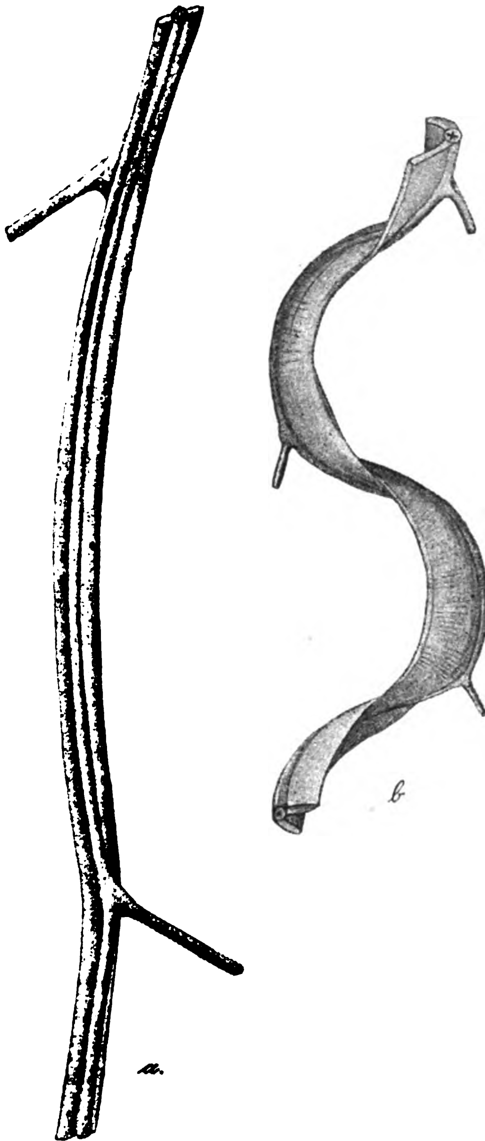
Dieselben Elemente sind bei allen übrigen untersuchten Bauhinien in gleicher Weise vorhanden.

Was nun die eigenthümliche Wellung der Stämme anbelangt, so sind über deren Ursachen und Bedeutung sehr verschiedene Ansichten geäussert (cf. Warburg p. 649). Bevor ich auf dieselben eingehe, möchte ich zunächst für die vorliegende Art, die ja auch von Warburg zur Untersuchung benutzt wurde, das Verhalten des Stammes bei der Wellung kurz skizziren.

Wie schon Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 127) hervorhebt und Netto, Fr. Müller, De Bary und Warburg übereinstimmend feststellen, tritt bei den Bauhinien die Wellung erst später auf. Ich habe ebenfalls die jungen langen, nur axiales Holz enthaltenden Schösslinge, an denen alternirend zweizeilig kurze Seitenzweige mit Doppelranken stehen, stets ganz gerade gesehen und halte mit Warburg die Ansicht von Höhnel's (p. 189, 190), dass die Wellung schon am jungen stielrunden Triebe auftrete und aus der Fixirung einer undulirenden Nutation hervorgehe, für unrichtig.

Die Wellung tritt erst ein, wenn an den Langtrieben die Flügel in Form schmaler Rippen angelegt sind, und ist anfangs nur sehr schwach, wird dann stärker, indem auch gleichzeitig die Flügel seitlich weiteres Wachsthum erfahren, hört aber schliesslich, wenn der bandförmige Stamm eine gewisse Breite erreicht hat, auf. Es scheint mir, soweit ich nach Vergleich zahlreicher Stämme schliessen darf, dass etwa bei einem grössten Durchmesser des bandförmigen Stammes von ca. 15—20 mm, vielleicht auch schon eher, die Wellung definitiv vollzogen ist. Ein Theil der Stämme zeigt in höherem Alter sehr starke Biegungen, ein anderer nur schwache selbst bei gleichem Durchmesser, und es rührt dies eben daher, dass in früheren Stadien die Wellung stärker oder schwächer sich ausprägte, bevor sie fixirt wurde.

Die kurzen Seitenzweige stehen in der Mitte auf den Flachseiten, tragen am Ende ihres ersten Internodiums eine Doppelranke und dazwischen eine Endknospe, die sich, wenn der Langtrieb ausgewachsen ist, zu kurzen beblätterten Sprossen entwickeln können. Hier und dort steht an Stelle eines kurzen Seitenzweiges ein Langspross als Auszweigung. Die kurzen doppelrankentragenden Seitensprossen sind nun an mehrjährigen geflügelten Trieben alle oder bis auf wenige mit besonders stark verdickten Ranken abgebrochen, es bleibt aber regelmässig ein basaler, meist 5—10 mm langer, nach unten gerichteter, sehr harter und nur schwer abbrechbarer Stumpf zurück. Selbst an alten 6 cm breiten Bauhiniastämmen sind diese Stümpfe noch vorhanden, und ebenso verhalten sich auch andere Bauhinien des 3. Typus, die selbst an sehr dicken, viele Jahre alten Stämmen dieselben noch aufweisen. Die beiden Figuren des anbei folgenden Holzschnittes stellen 2 jüngere Stämme von Bauh. blumenaviana dar mit verschieden stark ausgeprägter Wellung und



Bauhinia blumenaviana.

a) Stamm mit beginnender Wellung $^3/_4$.
b) Stamm mit starker Wellung $^3/_4$.

den Aststümpfen. Hierzu ist als weiteres Stadium der von Warburg (l. c. Fig. 4 Taf. V) abgebildete Stamm zu vergleichen.

Die Wellung des bandförmigen Stammes ist bei der vorliegenden Art so stark ausgeprägt, wie ich sie bei keiner andern Art wieder angetroffen habe. In weitaus den meisten Fällen kommt auf 1 Internodium (das ca. 6—10 cm lang sein kann) eine Wellung oder Biegung des Stammes, wobei die nach unten gerichteten Seitenaststümpfe stets auf der convexen und stark vorgewölbten Aussenseite der Wellung, nicht genau in der Mitte, sondern ein Stück (meist 1 cm) abwärts inserirt sind, eine Eigenthümlichkeit, die in Zusammenhang mit der Bedeutung der Wellung von Wichtigkeit ist (s. w. u.). Der gewellte Stamm lässt sich nicht mit einem aus einem Wellblech herausgeschnittenen Querstreifen vergleichen, sondern jede Biegung ist ausserdem an der concaven Seite mehr oder weniger stark von den Seitenwänden nach der Mittellinie zu kahnförmig vertieft, so dass die letztere stark auf der convexen Seite vorspringt. Die Mittellinie wird gebildet von dem cylindrischen axialen Holzkörper, an den sich auch die Aststümpfe direct ansetzen (siehe Fig. im Text).

Schon bei der Anlage der Flügel an noch geraden Internodien tritt die Vertiefung der später concaven Parthien der Biegungen hervor dadurch, dass die beiden Flügelanlagen bei jedem Seitenast ein klein wenig nach der entgegengesetzten Seite hin gerückt erscheinen, auf dem Querschnitt somit schon einen stumpfen Winkel mit einander bilden. Nun beginnt die Wellung, und mit weiterem Dickenwachsthum der Flügel an den Seitenlinien tritt die Vertiefung an der concaven Seite immer stärker hervor. Die Seitenlinien des Stammes sind somit an älteren Stämmen viel kürzer als die Mittellinie, und ich messe beispielsweise an einem sehr stark gewellten, 18 mm breiten Stamm die Mittellinie eines Internodiums zu 68 mm, die Seitenlinien zu je 54 mm. In noch höherem Alter erscheinen dann schliesslich die Seitenlinien immer schwächer hin und her gebogen und schliesslich bei weiterer Apposition ganz gerade, wie es Warburg in Fig. 4 seiner Tafel V abbildet.[1]) Die einzelnen Stämme verhalten sich in Bezug auf den Grad der Wellung sehr verschieden.

Die Ursachen dieser eigenthümlichen Wellung sucht Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 128 u. 137) in einer Verkürzung der bandförmigen Ausbreitung des Stammes, hauptsächlich infolge einer Zellenvermehrung

---

[1]) Der betreffende Stamm ist in verkehrter Richtung gezeichnet, sein unteres Ende befindet sich in der Figur oben.

in den Parenchymmassen des Flügelholzes. Letztere tritt nun bei der vorliegenden Species gar nicht ein, sondern nur bei den zu dem 3. Typus gehörigen Arten mit zerklüftetem Holzkörper. Ausserdem ist mit der nachträglichen, auf längere Strecken in gleicher Weise sich vollziehenden Dilatation des Holzparenchyms in den zerklüfteten Stämmen eine Verkürzung des Holzes gar nicht verbunden.

De Bary (p. 622) nimmt eine nachträgliche Verlängerung der mittleren Theile des Holzkörpers als wahrscheinlichen Grund an, verlangt aber noch nähere Prüfung dieser Annahme.

von Höhnel hebt (p. 197, 198) meiner Ansicht nach mit Recht die Unwahrscheinlichkeit der Annahme De Bary's hervor und sagt, es finde sich gar kein Anzeichen vor, welches für ein auch nur schwaches Längenwachsthum nach der Verholzung der Zweige sprechen würde. Die Wellung tritt nach ihm schon an ganz jungen Zweigen auf; ist sie dort nicht vorhanden, so tritt sie auch später nicht auf; wellig flache Zweige waren nie ganz flach, und ganz flache Zweige werden nie mehr in der Mitte wellig. Diese Sätze stehen nicht in Einklang mit dem thatsächlichen Verhalten der Stämme.

Warburg endlich ist wieder auf die Annahme De Bary's zurückgekommen und sucht dieselbe zu beweisen durch vergleichende Messungen der bereits fertig differenzirten Elemente, der Holzfasern, Markzellen, Gefässglieder, Rindensteinzellen, Korkzellen etc. In der That würden seine Angaben recht gut zu einer nachträglichen Verlängerung der mittleren älteren Holztheile passen. Ich halte indessen seine Maassangaben, deren Richtigkeit ich nicht bezweifle, für nicht beweiskräftig, denn aus blossen Längenverschiedenheiten der Elemente, beispielsweise der Steinzellen, in verschiedenen Parthien des Stammes kann nicht geschlossen werden, dass dieselben sich nachträglich gestreckt haben, sondern es ist viel wahrscheinlicher, dass sie bereits bei ihrer Ausbildung vor der Wellung verschiedene Länge erhielten. Die nachträgliche Verlängerung des axialen Holzkörpers, die in stark gewellten Zweigen nach der Warburg'schen Hypothese eine sehr bedeutende, auf ein Internodium oft mehrere cm, sein und unbedingt zum Auseinanderreissen der Gewebe führen müsste, erscheint mir gänzlich ausgeschlossen und ich habe auf Längsschnitten nirgendwo das geringste Anzeichen dafür auffinden können. Wenn in einem Lianenholz nachträgliche Wachsthumsvorgänge sich abspielen, so gehen die differenzirten Elemente zunächst in dünnwandiges Dilatationsparenchym über, und in der That tritt solches in gewissen Bauhinia-

stämmen des 3. Typus auch im axialen Holz auf und führt zu einer Zerklüftung desselben, nicht aber zu einer Längsstreckung.

Die jungen Bauhiniastämme sind, auch wenn die Flügel schon angelegt sind, ausserordentlich biegsam, wie überhaupt alle jungen Lianenstämme; es bedarf keiner grossen Kraft, um an dem axialen Holz solche Biegungen hervorzurufen, wie sie an den stark gewellten Stämmen später fixirt sind, und selbst an bandförmigen Stämmen mit ausgeprägter Wellung und Vertiefung der concaven Seite lässt sich durch einen sehr geringen Druck die Biegung noch verstärken.

Da ich eine nachträgliche active Verlängerung des Mitteltheils, vor allem des axialen Holzes für ausgeschlossen halte, so besteht für mich der Vorgang der Wellung in einem Hin- und Hergebogenwerden der jungen, bereits mit Flügelansätzen versehenen Stämme. Der Holzkörper insgesammt erfährt dabei keine Längenzunahme, er verhält sich passiv; die Rinde ist somit der Ort, wo der Ausgangspunkt für die Wellung zu suchen ist. Eine sichere Entscheidung der strittigen Frage lässt sich nur mit Hülfe des Experiments und durch fortgesetzte Beobachtung und Messung von jungen, in Wellung begriffenen lebenden Stämmen gewinnen. Solange diese noch ausstehen, muss die Frage als eine offene betrachtet werden.

Wenn in der Rinde im weiteren Sinne die biegenden Kräfte auftreten, so liegen wiederum verschiedene Möglichkeiten vor. Es ist denkbar, dass an den Flügelkanten die Cambiumzellen das Bestreben haben, sich zu verkürzen; in der That sind ja diese Kanten an älteren breiten gewellten Stämmen bedeutend kürzer als im jungen Stamm, wenn sie noch dem axialen Holzkörper genähert verlaufen; die sich verkürzenden Cambiumzellen üben einen Zug aus auf den Holzkörper und wellen ihn, weil die Flügel schon bei ihrer Anlage etwas nach den den Rankeninsertionen gegenüberliegenden Seiten zu gerichtet entstehen. Es ist ferner denkbar, dass an den späteren Convexseiten, also etwas oberhalb der Rankeninsertionen, die Parenchymzellen der Rinde eine Streckung erfahren, die nicht sehr bedeutend zu sein braucht, um den Holzkörper hin und her zu biegen, oder dass an den Flügelkanten und an den später concaven Seiten die Rindenzellen verkürzt werden, oder endlich könnte auch beides zusammen wirken.

Aus der Anatomie der Rinde kann ich für keine dieser Möglichkeiten sichere Anhaltspunkte gewinnen. Macht man von einem mehrere cm breiten, stark gewellten Stamm Längsschnitte durch die Flügelkanten, sowie durch die convexe Seite der Mittellinie, so sieht

man in ersteren den Sklerenchymring in der Rinde stark wellig hin und her gebogen, entsprechend der Thatsache, dass an älteren Stämmen die Flügelkanten ganz bedeutend kürzer sind, als an jungen Stämmen. Innerhalb des Ringes befindet sich rundzelliges Parenchym, welches die Ausbiegungen ausfüllt und nach innen unmittelbar an die äussersten Phloëmelemente stösst. In den Schnitten der Mittellinie dagegen verläuft die Sklerenchymzone gerade, und die in wenigen Schichten vorhandenen Parenchymzellen zwischen ihnen und den gestreckten Phloëmelementen sind etwa 2—3 mal so lang als breit. An den Flügelkanten haben infolge des welligen Verlaufes des Sklerenchymringes diese Zellen eine Vermehrung erfahren, um die Ausbiegungen auszufüllen. Aus diesem Befund ist aber nicht zu schliessen, dass diese Rindenzellen eine active Verkürzung in der Längsrichtung unter Erbreiterung und Theilung in der radialen Richtung erfahren haben.

Die Biegungen der Stämme sind nicht von äusseren Factoren beeinflusst, nicht etwa auf den Contactreiz zurückzuführen, den die Ranken bei ihrer Berührung mit den Stützen erfahren, denn sonst könnten sie nicht so regelmässig am ganzen Stamm eintreten und müssten überall dort, wo die Ranken nicht gefasst haben, unterblieben sein, was nicht der Fall ist. Sie beruhen somit auf inneren autonomen Wachsthumsvorgängen. Je stärker die Biegung ist, desto tiefer erscheinen auch mit weiterem Wachsthum der Flügel die concaven Seiten. Die Vertiefung hat mit der Biegung des Stammes direct nichts zu schaffen, sondern kommt zu Stande durch die Richtung des Dickenwachsthums der Flügel. Die Cambien an den Flügelrändern werden aus Raummangel dabei gradatim kürzer, bis sie schliesslich ganz geraden Verlauf zeigen. Aeltere Stämme mit geraden Seitenkanten von ca. 6 cm Breite (vgl. Warburg's Fig. 4) machen dann allerdings den Eindruck, als ob sie anfangs ganz flach gewesen und die alternirenden Vertiefungen später hineingedrückt seien.

Was den Nutzen der Wellung für die Pflanzen anlangt, so kann ich mich den Ausführungen Warburg's (l. c. p. 677 etc.) nicht anschliessen, dass durch die Wellung das nachträgliche Längenwachsthum in unschädliche Bahnen gelenkt werde. Die allerdings reservirt geäusserte Ansicht Haberlandt's (p. 383), welcher die Wellung auf das Bedürfniss zurückführt, einem Lianenstamm Steifheit und Biegungsfestigkeit zu verleihen, halte ich für ebenso verfehlt.

Die Bauhinien gehören mit zu den stattlichsten und auf die höchsten Bäume steigenden Waldlianen. Die älteren Stämme sieht

man oft direct vom Boden in Bogen frei durch die Luft bis in die Kronen aufsteigen oder von einem Baumast guirlandenartig zu anderen hinüberlaufen. Diese Stämme haben besondere Steifheit und Biegungsfestigkeit nicht nöthig, wohl aber sind sie in hohem Grade biegsam und torsionsfähig, wovon man sich leicht an lebenden, nicht an trockenen Stämmen überzeugen kann. Mit Leichtigkeit lässt sich ein bandförmiger gewellter Stamm hin und her biegen und auch in der Längsachse drehen, besonders an jungen Stämmen. Bedingt wird diese Eigenschaft durch die Structur des Holzes, das reichlich dünnwandiges Holzparenchym enthält. Die jungen, schlangenförmig gebogenen Stämme sind ausserordentlich elastisch. Die starken Biegungen gewähren aber den Lianen noch einen weiteren Vortheil. Sehr häufig kommt es vor, dass die Lianenstämme durch Abbrechen der Stützäste oder durch Loslösung der Ranken eine Strecke weit herabrutschen. In den starken Einbiegungen hat die Bauhinia nun ein vorzügliches Mittel, um sich wieder festzuankern, und wird darin wesentlich unterstützt durch die nach unten gerichteten kurzen, aber starken Seitenaststümpfe, die am oberen Ende einer jeden Einwärtsbiegung inserirt sind und zusammen mit derselben einen Haken zum Aufhängen bilden. Nur solange die Flügelkanten noch nicht gerade sind, kann natürlich der Stamm in solcher Weise in Anspruch genommen werden. Für alte dicke Stämme scheint mir die Wellung gar keine Bedeutung mehr zu haben. Die Eigenschaften des Stammes sind somit für die specielle Lebensweise, wenigstens eine Reihe von Jahren hindurch, sehr zweckmässige und können als Anpassungen aufgefasst werden. Ihr erstes Auftreten ist freilich damit keineswegs erklärt.

2. Typus: Bauhinien mit successiver Bildung neuer Holzbastzonen (Fig. 123—126 Taf. X).

Von brasilischen Arten gehören hierher Bauhinia rubiginosa Bong., eine bei Pernambuco häufige Liane, und Bauhinia angulosa Vog., von der ich einen Stamm in der Serra de Bica, Prov. Rio, sammelte. Bemerkenswerth ist für diese beiden Arten, vielleicht auch für alle übrigen hierher gehörigen Bauhinien, dass der Stamm keine oder nur schwache Wellung aufweist; wenigstens an älteren Stämmen ist kaum etwas davon zu bemerken.

Stämme verschiedenen Alters von Bauh. rubiginosa Bong. sind im Querschnitt abgebildet in den Figuren 123—125 Taf. X. Das axiale Holz ist wohlentwickelt und scharf gegen das periaxiale abgesetzt, welches anfangs ziemlich gleichmässig in die Dicke wächst, früher (Fig. 123 Taf. X) oder später (Fig. 125 Taf. X) aber auf

mehreren Längsfurchen, von denen die tiefsten in die Blattorthostichen zu liegen kommen, im Wachsthum zurückbleibt.

Der in Fig. 123 Taf. X abgebildete Stamm ist besonders stark gefurcht und hat, obwohl er 3 × 3,5 cm Durchmesser hält, noch keine secundären Holzbastzonen oder Stränge in der Rinde gebildet. Dagegen zeigt der Stamm der Fig. 124 Taf. X bereits an einer Stelle einen neugebildeten Holzstrang und der Stamm der Fig. 125 Taf. X die Anomalie noch weiter vorgeschritten. Die secundären Holzbastkörper entstehen in Form von äusserlich scharf hervortretenden Rippen an den stärkeren Vorsprüngen, sie nehmen geschlängelten Verlauf und gehen Anastomosen unter einander ein. Hier und dort, besonders an den Astinsertionen, verschmelzen sie auch mit dem centralen Holzkörper. Allmählig breiten sie seitlich ihr Cambium aus, formiren eine mehr oder weniger geschlossene Zone, und damit tritt dann zugleich der Stillstand des Cambiums des centralen Holzkörpers ein. Die peripherischen Holzkörper haben nur an ihrer Aussenseite Cambium, das in der gewöhnlichen Weise functionirt.

Soweit ich aus meinem Material, das mir nicht die ersten Stadien der Neubildung zeigt, schliessen darf, entstehen die secundären Stränge an der Aussengrenze der Bastzone des centralen Holzkörpers dicht innerhalb des Sklerenchymringes, der die Aussenwände abgrenzt. Hier befindet sich eine schmale Zone Parenchym, das als Pericykelparenchym aufgefasst werden kann. Infolge der nachträglichen Dilatation des Parenchyms beim Dickenwachsthum ist freilich in alten Stämmen die Abgrenzung der einzelnen Zonen nicht mehr deutlich. Der Pericykel scheint mir hier die Bildungsstätte der secundären Stränge zu sein.

Von Bauhinia angulosa Vog. steht mir der in Fig. 126 Taf. X abgebildete Stamm zur Untersuchung; derselbe zeigt nur sehr schwache Wellung in seiner Mittellinie und ist in den beiden gegenüberstehenden Linien der Astinsertionen tief gefurcht, nach den beiden anderen Richtungen stark wulstförmig in die Dicke gewachsen. Hier entstehen die secundären Stränge in höherem Alter als bei voriger Art und nehmen ihren Ursprung dicht innerhalb des Pericykelsklerenchymringes aus dem Pericykelparenchym, ausserhalb der äussersten Siebbündelchen, die übrigens nicht mehr deutlich in alten Stämmen zu erkennen sind.

Bei dieser Art tritt vielleicht in noch höherem Alter auch eine Zerklüftung des Holzes ein. Wie in Fig. 126 angedeutet ist, treten in den inneren Theilen des periaxialen Holzes unregelmässige tangentiale und radiale Bänder unverholzten Parenchyms auf, das in nach-

trägliche Dilatation und Theilung eingetreten ist, was auf Längs- und Querschnitten durch diese Holzparthie deutlich zu erkennen war. Die Dilatation hat aber hier noch keine bedeutenden Maasse erreicht, noch nicht zu einer Zerklüftung des Holzkörpers geführt und noch keine holz- und siebröhrenbildenden Cambien hervorgebracht.

In älteren Stämmen aber dürfte dieser Process weiter vorschreiten und hier somit der 2. und 3. Typus in derselben Art vereinigt auftreten.

Zum 2. Typus gehört, soweit aus den Angaben von Brandis (p. 162) und Gamble hervorgeht, auch die ostindische Bauhinia Vahlii aus der Sectio Phanera. Diese Liane erreicht riesige Dimensionen; die dicken Stämme, oft mehr als 100 Fuss lang, sind unregelmässig gerippt und gefurcht mit porösem Holz in breiten, unregelmässig concentrischen Lagen.

Ferner gehört hierher ein sehr dicker, tiefgefurchter alter Stamm einer nicht näher bestimmten ostindischen Bauhinia der Strassburger Sammlung mit einer grossen Anzahl aufeinander folgender breiter Holzzonen und Holzstränge. Herr Prof. Graf zu Solms hatte die Freundlichkeit, mir denselben zur Ansicht zu senden.

3. Typus: Bauhinien mit zerklüftetem Holzkörper (Fig. 127—134 Taf. X).

Von sicher bestimmten Arten dieser Gruppe kann ich nur Bauhinia Langsdorffiana Bong. angeben, eine Liane, die ausserordentlich häufig in den Wäldern um Rio auftritt. Fig. 127—131 Taf. X stellen verschiedenaltrige Stämme dieser Art dar, der älteste (in Fig. 130 abgebildet) misst 17 × 7,5 cm. Solche mächtige Stämme sind keineswegs eine Seltenheit im Walde am Corcovado.

In der Umgebung von Blumenau habe ich gleichfalls häufig eine dickstämmige Bauhinia-Art mit zerklüftetem Holzkörper angetroffen und in verschiedenen Stammproben gesammelt, leider ohne Blätter und Blüthen zu erlangen. Diese Species ist vielleicht identisch mit B. Langsdorffiana, jedenfalls nahe verwandt, da sie in der Stammstructur nicht von letzterer wesentlich abweicht. Fig. 132 Taf. X giebt die Abbildung eines älteren Stammes.

Ferner sammelte ich bei São Bento in der Prov. Sa. Catharina einen Bauhiniastamm von 5,5 × 2,5 cm Dicke, ebenfalls mangels Blätter nicht näher bestimmbar, aber anscheinend von den beiden vorigen verschieden (Fig. 133 Taf. X).

Im Ganzen zählt meine Sammlung dieser Stämme 17 Nummern, die somit 3, vielleicht nur 2 Arten angehören.

Alle diese Stämme besitzen deutliche Wellung, aber bei weitem

nicht in so ausgebildetem Maasse wie Bauhinia blumenaviana, von der sie sich auch durch die grössere Dicke der abgeplatteten Stämme unterscheiden. Gemeinsam ist ihnen ferner, dass der Holzkörper früher oder später zerklüftet wird, wobei die abgesprengten, in ihrem Längsverlauf aber hie und da noch in Anastomosen zusammenhängenden Holzstränge weitere Verdickung mittelst neuentstehender Cambien erfahren, sich mit Hilfe dieser mit Phloëmzonen umgeben und ihrerseits weiter zerklüftet werden. Die Zerklüftung ist die einzige Anomalie dieser Stämme. In keinem findet gleichzeitig Neubildung von Strängen in der Rinde statt.

Die Zerklüftung hat nichts mit den Wellungen zu schaffen, denn sie tritt gewöhnlich erst ein, wenn die letzteren sich schon vollzogen haben und fixirt sind.

Die Stämme werden beim Dickenwachsthum bandförmig abgeplattet und tragen die Blattnarben und Astinsertionen in den Mittellinien der Breitseiten. In höherem Alter, nach mehreren Jahren, vollzieht sich das Dickenwachsthum meist ungleichmässig und führt bei derselben Art zu weitgehenden Variationen des Stammquerschnitts.

Wie bei B. blumenaviana werden die Flügelkanten in höherem Alter allmählig ganz gerade und es erscheinen dann die Wellungen in Form von alternirenden nachenförmigen Vertiefungen der mittleren Parthie. In den beiden Mittellinien der Breitseiten erfährt der Stamm meist geringeres Dickenwachsthum, während die Flügel sich weit kräftiger verdicken. Daher erscheinen die älteren Stämme auf dem Querschnitt häufig biscuitförmig (siehe Fig. 132 Taf. X). Es kann aber nachträglich in noch höherem Alter auch in dem kürzeren Durchmesser des Stammes das Dickenwachsthum ausgiebiger werden, und wir erhalten dann Querschnitte, wie Fig. 130 Taf. X darstellt. Entweder wachsen beide Flügel gleichmässig oder es findet eine Bevorzugung des einen statt (siehe Fig. 131 Taf. X, wo der rechte Flügel 3mal so breit geworden ist als der linke und die Wellungen sich in der Mittellinie beim axialen Holz befinden). Ferner ist zu bemerken, dass gewisse Stämme auch in höherem Alter stärker in dem grösseren Durchmesser sich entwickeln als andere (vgl. Fig. 131 Taf. X). Allgemein entstehen an älteren Stämmen durch ungleichmässiges Wachsthum vorspringende Längswülste.

Die jungen Stämmchen von B. Langsdorffiana Bong. bieten dieselbe Structur wie bei B. blumenaviana. Das axiale Holz (Fig. 127d Taf. X) besteht vorwiegend aus Holzfasern, schmalen, aber hohen Markstrahlen und wenigen englumigen Gefässen. An seiner Grenze

setzt sich das periaxiale Holz ziemlich scharf abgegrenzt mit seinen breiten Querzonen von zartwandigem, zum Theil unverholztem Parenchym, in welches vereinzelte oder gruppenweise vereinigte Holzfasern und krystallführende Kammerfasern eingebettet sind (siehe Fig. 127d Taf. X im Querschnitt, axyl bezeichnet das axiale Holz, pxyl das periaxiale). Die weitlumigen Gefässe werden im periaxialen Holz mit mehrschichtiger Zone von verholztem Parenchym umgeben. Schon mit blossem Auge sind die tangentialen und radialen Streifen von dünnwandigem Parenchym zu erkennen. Der Holzkörper ist sehr locker und biegsam.

Das unverholzte Parenchym nun ist der Sitz der nachträglichen Dilatationen. Es hat die Fähigkeit, sich nachträglich zu vergrössern, seine Zellen zu strecken und in Theilung einzutreten und dadurch die unveränderten Holztheile auseinander zu rücken. Aber auch sogar im axialen Holz und im Mark kann eine nachträgliche spontane Dilatation eintreten, woran sich die Markstrahlen und Markzellen in gleicher Weise betheiligen. In den meisten Fällen jedoch bleibt das axiale Holz intact; die Zerklüftung beginnt zunächst in der Umgebung desselben und führt zu einer Lossprengung des Flügelholzes, sodann auch der schmalen periaxialen Holzzone, die auf den Breitseiten an das axiale Holz angelagert wird, und schreitet nun von hier aus nach der Peripherie, vorzugsweise in dem Flügelholz weiter.

Nur an einem einzigen älteren Stamm habe ich bei Bauh. Langsdorffiana Bong. auch nachträgliche Zerklüftung des axialen Holzkörpers gefunden, und auch bei der um Blumenau häufigen, hierher gehörigen Bauhinia war in den meisten Fällen das axiale Holz intact geblieben. Fig. 132 Taf. X stellt nun einen älteren Stamm der letzteren Art dar, bei welchem auch das axiale Holz in mehrere, durch das Dilatationsparenchym und die nachträglichen Neubildungen weit auseinander gerückte Stränge zerspalten erscheint. Dieselben sind in der Figur schwarz umrandet bezeichnet.

Auch Warburg hat einen solchen Fall abgebildet in Fig. 6 seiner Taf. V. Nach dem Befund an meinem Material kann ich nicht der Behauptung Warburg's beistimmen, dass das Dilatationsparenchym im Centralholz von aussen eindringendes und letzteres von aussen sprengendes Parenchym vorstelle. Ueberall entsteht das Dilatationsparenchym nicht nur bei Bauhinia, sondern in gleicher Weise auch bei Malpighiaceen, Sapindaceen, Mendozia durch nachträgliche Streckung und Theilung der parenchymatischen Elemente des Holzes und des Markes, also an Ort und Stelle selbst. Das dunkelschattirte Parenchym zwischen den intact gebliebenen Markzellen in Warburg's Fig. 6

ist hervorgegangen durch locale Theilungen der Markzellen, die dabei wieder dünnwandig werden. Warburg's Bauhinia Fig. 6 dürfte nicht zu derselben Art gehören wie der dicke, in seiner Fig. 5 abgebildete Stamm. Derselbe scheint mir, auch aus der Warburg'schen Beschreibung zu schliessen, eher einer Art des 2. Typus mit successiven Zuwachszonen anzugehören. Die concentrischen Zonen oder Bänder von dünnwandigem Holzparenchym in der Warburg'schen Fig. 6 rechts an der Grenze des axialen Holzes bezeichnen, wie schon oben hervorgehoben ist, nicht eingeschlossene Rindenstreifen, sondern sind regelmässig vom Cambium nach innen abgeschieden und von anderen Holzelementen dann überdeckt worden. Die unrichtigen Angaben Warburg's erklären sich aus der Unvollständigkeit seines Untersuchungsmaterials. Bei den complicirteren Lianenstructuren ist die Beobachtung aller Entwicklungsstadien nothwendig für eine richtige Erkenntniss des Dickenwachsthums, welches auf ganz verschiedenen Wegen zu sehr ähnlichen fertigen Zuständen leiten kann.

Das Dilatationsparenchym vermehrt sich stark und erzeugt sodann im Anschluss an die losgesprengten unveränderten Holzsegmente, indem seine Theilungen regelmässiger werden, Cambien, die wie das normale, stetig weiter thätige Aussencambium des gesammten Holzkörpers nach ihrer relativen Innenseite neues Holz anlagern, nach ihrer relativen Aussenseite dagegen Weichbast mit Bastfasern und gekammerten Krytallfasern. Die erste Entstehung solcher secundärer Cambien ist dargestellt in Fig. 127 e Taf. X, der Grenze des axialen Holzes entnommen. Hier hat sich das Holzparenchym zwischen 2 Gefässen erbreitert und getheilt und dadurch die Holzfasern und Krystallfasern zum Theil auseinander gerückt. In der Nähe der beiden Gefässe beginnen die ersten Theilungen zur Erzeugung regelmässiger Reihencambien, bei c und c_1, die nun weiterhin nach den beiden Gefässen zu neue Holzelemente ablagern und nach der anderen Seite hin Phloëmelemente erzeugen werden.

Fig. 127 b, c Taf. X stellen Stämme dar, in denen die Zerklüftung bereits eingetreten ist. In Fig. 127 b Taf. X sind die Flügel von dem axialen Holzkörper entfernt und zu beiden Seiten des axialen Holzes und an der Innenseite der beiden Flügelholzstränge bereits Weichbastmassen abgelagert, die die Holztheile noch weiter auseinander treiben. Das periaxiale Holz an den Breitseiten des Stammes ist noch in Zusammenhang mit dem axialen Holz geblieben. In dem etwas älteren Stamm Fig. 127 c Taf. X ist durch die Thätigkeit des aus dem Dilatationsparenchym im Umkreis des axialen Holzes hervor-

gegangenen Cambiums an dieses wieder neues Holz angelagert, nachdem auch an einer Breitseite das zuerst gebildete periaxiale Holz in Form von 2 Strängen abgetrennt war, und in den beiden Flügelholztheilen beginnt die weitere Zerklüftung an der inneren Parthie. Dieser Vorgang wiederholt sich nun stets von neuem an allen Holzsegmenten secundärer Natur, und jedes Holzsegment ist mehr oder weniger bestrebt sich allseitig, vorwiegend allerdings nach den Aussenseiten zu, mit neuen Cambien aus dem Dilatationsparenchym zu umgeben und erhält seine besondere Siebzone von gleicher Beschaffenheit wie die normale Phloëmzone. In jedem Zwischenraum zwischen 2 Holzsegmenten sind somit 2 Siebzonen vorhanden, die durch eine schmale Zone von Dilatationsparenchym in der Mitte von einander getrennt sind.

Die Zerklüftung geschieht sowohl in tangentialer als auch in radialer Richtung auf den durch das eingelagerte unverholzte Parenchym vorgezeichneten Linien. Das ursprüngliche Aussencambium ist dabei fortgesetzt an der Aussengrenze der Holzsegmente thätig und greift mit der Isolirung derselben um dieselbe herum. Charakteristisch ist für alle älteren Stämme, dass die Holzkörper aussen tief gefurcht werden durch einspringenden Weichbast oder durch Einlagerung breiter radialer Streifen von dünnwandigem Parenchym, und in diesen Furchen geht dann gewöhnlich die radiale Zerklüftung unter Dilatation vor sich.

In manchen Stämmen geht die Zerklüftung vorwiegend in radialer Richtung vor sich, so z. B. in Fig. 132 Taf. X, und es entstehen dann auf dem Querschnitt fächerförmige Segmente, die in ihren Flanken sich durch neugebildete, mit dem Aussencambium in Continuität stehende Cambien verdicken und mit Weichbastzonen versehen. Aus der Richtung der Holzsegmente lässt sich leicht die Art und Weise erkennen, in der das Dickenwachsthum vor sich gegangen ist. In dem abgebildeten Stamm ist auch das axiale Holz zerklüftet und sogar an der Innenseite eines Segments desselben ein kleines Holzbündel angelagert worden.

In anderen Stämmen dagegen kommt neben der radialen Zerklüftung auch die in tangentialer Richtung mehr zur Geltung, so in Fig. 129, 131 Taf. X, vor allem in letzterer Figur. Die radial zerklüfteten Segmente sind hier von innen nach aussen fortschreitend auch durch tangentiale Binden von Dilatationsparenchym getrennt worden, und jedes Holzsegment ist bestrebt, sich ringsum mit einem neuen Cambium zu umgeben, das dann auch an der Innenseite neue,

radial sich weiter zerklüftende Holzmassen angelagert hat. So erscheint der alte Stamm zusammengesetzt aus zahlreichen, mehr oder weniger rosettenartig angeordneten, mit Weichbast umgebenen Holzkörpern.

Ist einmal die Zerklüftung in einem solchen Stamme eingeleitet, dann schreitet sie immer weiter fort. Die vielfachen inneren Spannungen, die bei dem Dickenwachsthum zur Wirkung kommen, veranlassen immer wieder von neuem die Loslösung von Segmenten. Die einzelnen Holzstränge stehen untereinander in ihrem Längsverlauf in vielfacher Anastomose; ebenso die Weichbastzonen, die an zahlreichen Stellen zwischen den grösseren Segmenten an den äusseren Weichbast anschliessen.

Der Bauhiniastamm erlangt durch diese Auflösung in einzelne Stränge eine typische vortheilhafte Kabelstructur und kann als eine der vollkommensten Stufen in dieser Beziehung unter den Lianen bezeichnet werden.

In Fig. 134 Taf. X habe ich einen bei Theresopolis in der Serra dos Orgãos von mir gesammelten 5 cm messenden Stamm abgebildet, welcher ebenfalls zum 3. Typus von Bauhinia gehört. Leider ist derselbe mangels Blätter und Blüthen nicht näher zu bestimmen; er charakterisirt sich aber schon durch das kreuzförmige Mark als eine Bauhinia. Zum Unterschied von den bisher genannten Stämmen ist derselbe cylindrisch, ohne jegliche Spur von Wellung ausgebildet. Er zeigt eine weitgehende Zerklüftung des periaxialen Holzes in einen peripherischen Kranz von grösseren, nachträglich allseitig verdickten Strängen und zahlreichen kleineren in der Umgebung des an einer Stelle ebenfalls zerklüfteten axialen Holzringes.

Zu dem 3. Typus würde ausser den genannten Arten auch der von Schleiden (Grundzüge II 1846 Fig. 151 p. 162) abgebildete, von De Bary (p. 620 Fig. 238) reproducirte, dicke und reich zerklüftete Stamm zu rechnen sein, falls diese Liane wirklich zu der Gattung Bauhinia gehört. Crüger hält diese Liane für eine Bignoniacee. Aus der Abbildung allein kann ich die Zugehörigkeit zu der einen oder der anderen Familie nicht ermessen. Ausser Zerklüftung zeigt der betreffende Stamm auch einen peripherischen Kranz von kleinen, jedenfalls secundären, in der Rinde entstandenen Holzsträngen, würde also, wenn er zu Bauhinia gehört, Typus 2 und 3 vereinigen.

§ 46.

Mimosaceae.

Die Anzahl der Lianen in dieser Familie ist relativ keine bedeutende. Sie gehören den Gattungen Entada, Piptadenia, Mimosa, Acacia und Pithecolobium an.

Nur in ersterer Gattung treten abweichende Structurverhältnisse auf, in Form von holzständigen Weichbaststrängen, während das Dickenwachsthum bei den übrigen, soweit mir bekannt, ein normales ist, abgesehen von einigen kletternden Arten von Acacia und auch von Piptadenia, deren Stämme vom 2. oder 3. Jahr an weit vorspringende Flügel erzeugen.

1) Entada scandens DC.[1]) und E. polystachya DC. sind als die vollkommensten kletternden Mimosaceen zu betrachten, nicht allein wegen des Besitzes von typischen Blattranken, sondern auch wegen ihrer Stammstructur. Dieselbe erinnert ganz an Mucuna unter den Papilionaceen, unterscheidet sich aber durch den Mangel secundärer Zuwachszonen. Ein mir vorliegender 5 cm dicker Stamm der zweiten Art, von Eggers auf S. Domingo gesammelt, besitzt in der Mitte einen deutlich abgesetzten, nur 2 mm im Durchmesser haltenden axialen Holzring. Das periaxiale Holz ist ausserordentlich reich an sehr zartwandigem Holzparenchym, in welches wie bei Mucuna Bündel von Holzfasern, sowie die 0,60—0,70 mm weiten, von einem Mantel verdickter Holzparenchymzellen umgebenen Gefässe eingestreut sind. Mit voller Sicherheit konnte ich in den zartwandigen Holzparenchymmassen an dem trockenen Stamme Siebröhrenstränge nicht nachweisen, sie dürften aber auch hier vorhanden sein.

Krüger (p. 7, Fig. 1) beschreibt das Auftreten holzständiger Gruppen von Siebröhren für Entada gigalobium, deren Holzstructur im Uebrigen ebenfalls wie bei Mucuna beschaffen ist. Das von Krüger untersuchte, von Semper auf Manila gesammelte Stammstück zeichnete sich ausserdem durch starke Windungen und durch beträchtliche einseitige Verdickung nach der Innenseite der Windungen aus, eine Eigenthümlickeit, welche in ähnlicher Weise auch bei Wurzelkletterern (Marcgravia) sich geltend macht. Immer ist es die nach der Stütze gewandte Seite, an welcher ein stärkeres secundäres Dickenwachsthum statthat als an der freien Aussenseite.

---

[1]) Habitusbild der Liane in Nat. Pfl.fam. III_3 p. 123.

2) Eine Anzahl kletternder Sträucher von Acacia und Piptadenia haben ganz normales Dickenwachsthum und erzeugen ein sehr festes Holz, das nur durch das Auftreten relativ weiter Gefässe an Lianen erinnert. Als Grundmasse treten überall Holzfasern auf, die zonenweise mit Holzparenchym in den Radien zwischen den schmalen Markstrahlen abwechseln.

Von sicher bestimmten brasilischen Arten gehören hierher Acacia pteridifolia Benth. Stamm von 6,5 cm Dicke, bei Rio gesammelt, mit 1 cm breiter Rinde, mit sehr festem Holz. Gefässe bis 0,28 mm weit, meist einzeln, daneben Gruppen von englumigen Gefässen. Im axialen Holz sind die Gefässe nur 0,03 mm weit. Es ist nur 3 mm stark.

Acacia plumosa Lowe. 3,5 cm dicker Stamm, von Rodeio, Prov. Rio, etwas jüngere Stämme von Blumenau, aussen mit dünnen rothbraunen, sich ablösenden Peridermblättern bedeckt. Im periaxialen Holz treten die weiten Gefässe in unregelmässigen concentrischen Zonen auf.

Acacia velutina DC. 2,5 cm dicker Stamm von Rio, schwach 5 kantig mit entfernt stehenden kleinen Stacheln auf den Kanten, besitzt ausserordentlich festes Holz, dessen Peripherie unter jeder Kante eine schwache seichte, mit vermehrtem Phloëm ausgefüllte Längsfurche aufweist.

Acacia lacerans Benth. 1,5 cm dicker, sehr hartholziger Stamm von Rio, 5 kantig mit starken Stacheln auf den Kanten.

Piptadenia trisperma Benth. 2 cm dicke Stämme von Rio, aussen bedeckt mit rothbraunem, dünnem, sich abblätterndem Periderm und zerstreuten riesigen, ca. 1 cm weit vorstehenden festen kegelförmigen Korkwarzen, die sich unter den Stacheln des jungen Stammes bilden und diese emporheben. Das Holz dieser Art zeigt 5 seichte Längsfurchen in der Peripherie, in denen das Phloëm relativ stärkeren Durchmesser erlangt hat.

3) Von geflügelten Mimoseenstämmen habe ich in Brasilien 5 ältere Stämme gesammelt, die sich aber mangels Blüthen nicht näher bestimmen liessen. Sie dürften zu Acacia und zu Piptadenia gehören. Allgemein werden bei diesen Arten 4 dünne oder dicke weit vorspringende Flügel erzeugt, die Blattnarben und Astinsertionen fallen in die Furchen. Hie und da finden an den Knoten Anastomosen der Flügel statt.

Bei der in Fig. 135 Taf. X abgebildeten Species von Blumenau (Nr. 662) sind die Flügel am wenigsten ausgeprägt, am stärksten da-

gegen bei Piptadenia latifolia Benth. (Nr. 384 von Rio) Fig. 136 Taf. X, wo sie direct an das axiale Holz sich ansetzen. Die übrigen Stämme stehen ungefähr in der Mitte zwischen beiden Formen. Bei einer Art entwickeln sich in den tiefen Furchen noch secundäre kleine Rippen.

Zuweilen findet vielleicht infolge von Torsionen, denen die Stämme ausgesetzt sind, eine streckenweise Zerspaltung des Holzes in der Mitte statt, wie bei Lantana, Malpighiaceen etc.

Das Holz auch dieser Mimoseen ist, obwohl porös, immerhin noch fest und hart. Es sind dies keine sehr vollkommenen Lianenstämme.

§ 47.

Oleaceae.

Anomalien sind für diese Familie nicht bekannt. Jasminum enthält hochkletternde und dickstämmige Arten in Ostindien. Dieselben scheinen alle normales Holz zu besitzen. Ein 1 cm dicker gewundener Stamm von dem in Brasilien verwilderten Jasminum azoricum L., bei Pernambuco gesammelt, besass sehr festes Holz mit engen Gefässen (0,05—0,06 mm im Durchmesser) und einschichtige Markstrahlen. Als Grundmasse des Holzes sind regelmässig angeordnete typische Fasertracheiden vorhanden, die für die ganze Gattung (Solereder p. 171) charakteristisch sind.

§ 48.

Loganiaceae.

Die Anomalien, welche innerhalb dieser Familie auftreten, stehen nicht in Beziehung zu der kletternden Lebensweise, sondern charakterisiren sich als Constructionsvariationen des dicotylen Typus, die sowohl bei baum- und strauchartigen, als auch bei kletternden Formen auftreten können und für die letzteren durchaus keine besonderen Vortheile mit sich bringen.

Zunächst ist zu bemerken, dass die Arten der Unterfamilie Loganioideae sich durch das Auftreten inneren Weichbastes auszeichnen.[1]) Von kletternden Formen zeigen dies Verhalten Gelsemium, Usteria, Strychnos, Gardneria (Solereder 1 p. 176). Neben diesen an der Innenseite der Holztheile vorhandenen Weichbaststrängen

[1]) Solereder in Nat. Pfl.fam. IV_2 p. 21.

treten nun bei Strychnos auch die bekannten holzständigen Siebröhrenbündel auf, welche Solereder[1]) auch bei den keine Kletterer enthaltenden Gattungen Norrisia, Bonyunia und Antonia nachgewiesen hat.

Die holzständigen Weichbaststränge sind bereits für zahlreiche Strychnos-Arten bis jetzt angegeben, und zwar sowohl bei kletternden als auch baum- oder strauchartigen. De Bary erwähnt (p. 594):

Str. colubrina,	klett.	Str.	nux vomica, nichtklett.
„ toxifera	„	„	brachiata[2]) klett.
„ multiflora	„	„	innocua nichtklett.

Solereder (p. 178) fügt diesen Arten hinzu die kletternden Str. Wallichiana, ovalifolia, laurina, die nicht kletternden Str. potatorum, Pseudoquina. Chodat (2 p. 23) untersuchte Str. Tieute, Ramondiana und nux vomica.

Von brasilischen kletternden Formen zeigen diese Structuren:

1) die in Südbrasilien sehr häufige Str. triplinervia Mart.,
2) Str. Castelnaei, nach einem von Dr. Schwacke am Amazonas gesammelten Stammstück,
3) eine Species von Rio,
4) „ „ von Pernambuco.

Dagegen zeigt ein 15 mm dickes Stammstück von der baum- oder strauchartigen Strychnos brasiliensis Mart., bei Blumenau gesammelt, noch keine Anomalie ausser den Siebröhrensträngen an der Innenseite des Holzkörpers. Indessen ist nicht ausgeschlossen, dass an älteren Stämmen die holzständigen Weichbaststränge sich noch einstellen.

Strychnos ist schon öfters anatomisch untersucht und beschrieben worden (cf. De Bary p. 594), aber erst Hérail und nach ihm Scott und Brebner (Ann. of. Bot. 1889) und kürzlich auch Chodat (2 p. 23) haben die Bildungsweise der holzständigen Siebröhrenstränge klargestellt und die Angabe De Bary's (p. 596), dass das Cambium dieselben nach innen abscheide, als nicht richtig befunden. Im Gegentheil werden die Siebröhrenstränge vom Aussencambium in normaler Weise angelegt. Sie kommen in das Holz nachträglich zu liegen, indem das Cambium an der Innenseite derselben die Holzbildung einstellt, aber seitlich fortsetzt und indem ausserhalb des Weichbaststranges im Phloëmparenchym ein neuer Cambiumstreifen durch Theilung der Zellen erzeugt wird, welcher sich seitlich mit dem Hauptcambium

---

[1]) Solereder in Nat. Pfl.fam. IV_2 p. 21.
[2]) Nördlinger: Holzquerschnitte. 6. Bd. Stuttgart 1874.

vereinigt und nun wie dieses nach innen Holzelemente erzeugt und mit diesen die Weichbaststränge überdeckt. Dieselbe Bildungsweise interxylärer Phloëmstränge kehrt wieder bei gewissen Acanthaceen, während in anderen Fällen (Combretum, Mucuna, Dalechampia) die Siebstränge vom Cambium nach innen zwischen das Holz abgelagert werden und in noch anderen Fällen (Stigmatophyllum) erst nachträglich aus dem Holzparenchym Cambiumstreifen entstehen, die zu Gefässbündelbildung übergehen.

Die Einlagerung des Siebröhrengewebes in Form einzelner Stränge in den Holzkörper bringt den Stämmen keine Vortheile für die kletternde Lebensweise, denn dieselben werden dadurch keineswegs biegungs- und torsionsfähig. Im Gegentheil sind die Strychnosstämme sehr fest gebaut, besitzen hartes Holz und stehen im Vergleich zu den typischen Lianenstructuren, beispielsweise der zerklüfteten Malpighiaceenstämme, auf derselben Stufe wie die ganz normalen und hartholzigen Stämme der Fuchsia integrifolia z. B.; sie repräsentiren eine andere Form des Dickenwachsthums, die sich der causalen Erklärung entzieht. Ich halte es nicht für richtig, wenn Haberlandt (p. 384) behauptet, dass bei Strychnos die Einbettung des Phloëms den Zweck haben sollte, dasselbe in eine geschützte Lage hineinzubringen.

Der Vollständigkeit halber soll kurz der Verlauf des Dickenwachsthums bei der südbrasilischen Str. triplinervia Mart. skizzirt werden, die sich im Wesentlichen ebenso verhält wie die bisher untersuchten und wie wohl sämmtliche Arten.

Fig. 137 Taf. X giebt den Theil eines Querschnittes durch einen 3,4 cm dicken Stamm. Hervorzuheben ist, dass im ersten Jahr noch keine holzständigen Phloëmstränge gebildet werden. Es wird zunächst eine mehrere mm starke Ringzone axialen englumigen, sehr festen Holzes erzeugt, und dann erst treten in dem periaxialen, sich nicht sehr scharf abhebenden Holz, dessen Gefässe etwa 2 bis 3mal so weit sind, die Phloëmstränge auf, zuerst kleinere, nach aussen zu grössere.

An der Markseite des axialen Holzringes tritt innerer Weichbast auf, und zwar in Form grösserer und kleinerer, mittelst Cambien in die Dicke wachsender Stränge. Das Mark wird dabei nicht verdrängt. An der Innenseite der Stränge aber werden die obliterirten Siebröhren zu einem Streifen zusammengepresst, während die Cambien fortgesetzt neue erzeugen. Wie lange dieser Process fortdauert, lässt sich nicht sagen, doch ist der Erneuerung der inneren Siebröhren schliesslich durch den begrenzten Raum eine Grenze gesetzt.

An der Aussenseite des Holzkörpers zieht sich ein normales Aussencambium hin. Die relativ schmale äussere Phloëmzone wird bedeckt von einem Steinzellenring, auf den die aussen mit Kork abschliessende äussere Rinde folgt. Der Steinzellenring entspricht den äusseren Schichten des Pericykels. An seiner Innenseite folgen mehrere Schichten Parenchym, die als Pericykelparenchym aufzufassen sind, sich aber von dem Parenchym der Phloëmzone in älteren Stämmen nicht mehr scharf abgrenzen lassen, da die in dem jungen Stamm vorhandenen Protophloëmelemente durch Obliteration sehr unkenntlich werden. Ihre Ueberreste bezeichnen dann die innere Grenze des Pericykelparenchyms.

Das Aussenphloëm erfährt mit dem Dickenwachsthum nur geringe Zunahme durch Vermehrung des Phloëmparenchyms aus dem Cambium. Auch können in diesem Parenchym Gruppen von Steinzellen sich bilden (siehe Fig. 137, sk). Die secundär gebildeten Siebröhren aber kommen alle in die Stränge zu liegen, welche dann von dem Holze eingeschlossen werden. Die Entstehung eines solchen Stranges geschieht nun in der Weise, dass das Aussencambium auf einem Längsstreifen Siebröhrengewebe nach aussen hin wie gewöhnlich zu bilden beginnt. Dabei wird der Strang in das umgebende Phloëmparenchym etwas vorgeschoben, bekommt nach aussen abgerundeten Umriss. Der Cambiumstreifen stellt nun gleichzeitig nach innen zu die Holzbildung ein, welche an den Seiten weiter vorschreitet. Es entsteht so eine Furche, deren Flanken sich schräg von aussen zum Grunde hinziehen, so dass also noch eine Zeit lang das Aussencambium continuirlich bleibt. Schreitet nun das Dickenwachsthum weiter, vertieft sich die Furche, so entsteht eine Spannung zwischen den den Siebröhrenstrang flankirenden Parenchymzellen, die durch schräge Streckung dieser Zellen ausgeglichen wird. Es kommt hier nicht wie in den tiefen Furchen der Bignoniaceenstämme zu Spaltenbildung auf den Flanken, denn die Phloëmstränge erhalten nur geringen radialen Durchmesser. Ist der letztere erreicht, so treten in den ausserhalb des Stranges liegenden Phloëmparenchymzellen Theilungen auf, tangentiale Scheidewände zur Herstellung eines Cambiumbogens, der rechts und links an das Hauptcambium anschliesst und nun nach innen zu Holzelemente abscheidet und so die Einschliessung des Stranges bewirkt. Bei Str. triplinervia sind es entschieden secundäre Phloëmparenchymzellen, die dem „complementären Cambiumstreifen", wie Scott und Brebner ihn bezeichnen, den Ursprung verleihen, ebenso bei einer Strychnos-Art von Pernambuco. Dasselbe constatiren auch die beiden Autoren für Str. nux

vomica (p. 288), ebenso Chodat (2 p. 24) für diese Art, Str. Tieute und Str. Ramondiana, im Gegensatz zu der Angabe von Hérail (p. 258), welcher die Zellen, aus denen das complementäre Cambium entsteht, unrichtiger Weise zum Pericykel zählt.

Die Anomalie von Strychnos schliesst sich an diejenige von gewissen Dalbergieen u. a. an, bei denen auch im alten Phloëmparenchym Cambiumstreifen durch Theilung der Zellen entstehen, hier aber zur Bildung ganzer Gefässbündelkreise oder Ringe benutzt werden, also nicht in Verbindung mit dem Hauptcambium des centralen Holzkörpers treten.

Das complementäre Cambium bildet sich nicht unmittelbar ausserhalb der äussersten Siebröhren des Stranges, sondern lässt zwischen diesen und sich noch mehrere Lagen von Phloëmparenchym, zum Theil mit grossen Calciumoxalatkrystallen versehen, übrig; dieses Parenchym wird mit eingeschlossen, und auch an den Flanken werden die Stränge von dem Holz durch Parenchymlagen getrennt. Unmittelbare Berührung von Siebröhren mit Holzelementen findet überhaupt nie in den Stämmen mit interxylärem Weichbast statt. Die Siebstränge erneuern nun mittelst ihres an der Innenseite gelegenen Cambiums ihre Siebröhren unter Obliteration und Zusammenquetschen der älteren, ausser Function gesetzten, die schliesslich zu einem dicken Streifen von Hornbast werden. Dieses langsame Dickenwachsthum mag wohl einige Jahre dauern, muss aber schliesslich seine Grenze in dem Raummangel finden. Die Parenchymschichten an der Aussenseite der Phloëmstränge werden nicht zerdrückt.

Bei Strychnos nux vomica tritt nach Hérail erst vom 2. Jahre an die Anomalie auf. Auch bei Str. triplinervia ist im ersten Jahre, in dem der axiale Holzring abgelagert wird, der Holzkörper noch ganz normal.

Die Stränge sind wie aus Fig. 137 Taf. X zu ersehen, ziemlich gleichmässig über den Querschnitt vertheilt und laufen senkrecht durch den Stamm. Im secundären Holz zerstreut treten nun genau radial oder etwas schräg gerichtete Siebröhrenstränge auf, die die längsverlaufenden in Verbindung setzen und auf tangentialen Schnitten in Form von kleinen rundlichen Flecken mit blossem Auge leicht zu erkennen sind. Diese radialen Verbindungen verlaufen in vergrösserten Markstrahlen und wachsen mittelst des Aussencambiums bis zur Anlage der Längsstränge, an die sie sich ansetzen sollen, in die Dicke. Sie reichen immer nur von einem Strang zum andern, setzen sich also nicht continuirlich radial durch den ganzen Holz-

körper fort. Das interxyläre Phloëm repräsentirt auf diese Weise im Holzkörper ein zusammenhängendes Netzwerk.

Die schmalen Markstrahlen des secundären Holzes ziehen sich continuirlich auch durch die Weichbaststränge sammt dem dieselben aussen bedeckenden Parenchym hin. Im Holz treten sehr typische Fasertracheiden als Grundmasse auf.

Die übrigen Strychnos-Arten verhalten sich ganz ähnlich, nur ist der Durchmesser des axialen Holzes bald geringer, bald grösser, das periaxiale Holz poröser oder fester.

§ 49.

Apocynaceae.

Was die kletternden Sträucher anbelangt, so scheinen Anomalien des Dickenwachsthums nicht sehr häufig aufzutreten, und wenn vorhanden, sind sie von einfacher Natur. Für alle Apocynaceen ist unabhängig von der Lebensweise innerer Weichbast, der häufig durch ein Cambium markwärts in die Dicke wächst, als charakteristisch hervorzuheben. Bei Willughbeia firma Bl. und ebenso bei dem nicht kletternden Apocynum cannabinum fanden Scott und Brebner (Annals of Bot. V p. 283 u. Fig. 13—14), diese Cambien auch Holzelemente in centrifugaler Richtung abscheidend, ein Verhalten, welches an das von Tecoma erinnert.

1. Typus: Lianen mit normalem Wachsthum.

Hierher gehört Forsteronia brasiliensis DC. Ein 2 cm dicker, bei Rio gesammelter Stamm mit sehr dünner Rinde zeigte ein festes normales Holz mit relativ wenigen, nur bis 0,10 mm weiten Gefässen. Ein 18 mm dicker Stamm von Forsteronia corymbosa im Berliner Museum, von Eggers auf S. Domingo gesammelt, verhält sich ebenso, zeigt aber bis 0,20 mm weite Gefässe. Echites peltata Vell., bei Rio häufig, hat ebenfalls normales Dickenwachsthum. Ein 16 mm dicker Stamm mit breiter Rinde und dicker Korkhülle zeichnet sich den vorigen gegenüber durch grössere Weichheit des Holzes infolge reichlicher Entwicklung von Holzparenchym in Form mehrschichtiger tangentialer Bänder oder in unregelmässiger Vertheilung aus. Bei allen 4 Arten erfährt der innere Weichbast nachträgliches Dickenwachsthum mittelst eines Cambiums an der Innenseite des Holzes.

Als normal werden ferner von Leonhard (Bot. Ctrbl. XLV p. 133) noch folgende angegeben: Landolphia Watsoni (Hort. Berol.),

L. florida Benth., Trachelospermum jasminoides Lam., Strophantus scandens R. Br.

2. Typus: Geflügelte Stämme.

Nach Witte soll Ibatia muricata geflügelte Stämme besitzen. Die Flügelbildung wird dadurch eingeleitet, dass an 2 gegenüberliegenden Stellen an das englumige Centralholz sich periaxiales, mit sehr weiten Gefässen versehenes Holz ansetzt.

3. Typus: Gefurchte Holzkörper.

Die hierher gehörigen Windesträucher zeigen ähnliche Querschnittsbilder wie gewisse Malpighiaceen. Der aussen cylindrische Stamm besitzt einen Holzkörper, der anfangs normal sich verdickt, dann aber gefurcht wird, indem das Cambium auf Längslinien in der Holzbildung zurückbleibt. Die Furchen, die mit weiterem Dickenwachsthum immer tiefer werden, sind mit Phloëm ausgefüllt, unterscheiden sich aber von den Furchen der Bignoniaceen dadurch, dass das Cambium sich continuirlich von den Flanken bis zur Innenspitze herumzieht. Nachträgliche Holzbildung findet in den Furchen nicht mehr statt, wohl aber eine Zeit lang noch Weichbastbildung, wobei die älteren Siebröhrenreihen zu radial verlaufenden schmalen Bändern zusammengequetscht werden.

So verhält sich das in Südbrasilien häufige Condylocarpon Rauwolfiae Müll. Arg., von dem Fig. 138 Taf. X die Abbildung eines 25 mm dicken Stammes bringt, welcher ca. 17 tiefere und seichte Furchen besitzt. Die inneren Siebröhrengruppen erleiden auch hier nachträgliches Dickenwachsthum wie bei den meisten holzigen Apocynaceen.

Gefurchten oder gelappten Holzkörper hat nach Jussieu (Monogr. des Malp., p. 117) eine Species von Echites aus Brasilien. Nach Leonhard (Bot. Ctrbl. XLV p. 36) ferner Parsonia heterophylla Cunn., P. variabilis Ldl., Allamanda Hendersonii Hok., Tabernaemontana laurifolia Lam., Echites speciosa, Lyonsia straminea R. Br., Alstonia speciosa R. Br., A. scholaris R. Br. (hier nur im jungen Stamm).

Fritz Müller hat (Bot. Ztg. 1866 p. 58 Taf. III Fig. 4) einen älteren, 7,5 cm dicken Stamm einer bei Desterro auftretenden Art von Condylocarpon (die vielleicht mit C. Rauwolfiae identisch sein könnte) abgebildet und beschrieben. Bis zu ca. 1 cm Dicke wächst diese Art normal, dann treten die Furchen auf, die nach und nach tiefer werden. Später aber wird das Wachsthum des Holzes sehr unregelmässig, indem die älteren Furchen wieder unter Zusammenfliessen der

Flanken von Holz überdeckt werden. Indem sich fortgesetzt neue Furchen bilden, die dann nach gewisser Zeit wieder verschlossen werden, zeigt der alte Stamm auf dem Querschnitt zahlreiche unregelmässig zerstreute Inseln von eingeschlossenem Weichbast, ein Verhalten, das auch bei gewissen Bignoniaceen in ähnlicher Weise wiederkehrt (z. B. bei Pithecoctenium und Haplolophium, Fig. 158, 159 Taf. XI).

4. Typus: Echites speciosa.

Nach Leonhard (Bot. Ctrbl. XLV p. 40 u. p. 134 und Fig. 4 auf Taf. II) zeigt diese Art eine bemerkenswerthe Ausbildung des Holzes. Grössere Complexe des secundären Holzes, aus Holzparenchym und gefächerten Fasern bestehend, bleiben dünnwandig und von der Verholzung ausgeschlossen. Die festen verholzten, mit sehr weiten Gefässen versehenen Parthien erscheinen dadurch von sehr unregelmässigem Umriss mit tiefen Furchen, oder auch in Form einzelner Stränge durch dieses weiche Gewebe abgesprengt, wie in der citirten Figur dargestellt ist. Offenbar sind diese Stämme sehr weich und biegsam.

§ 50.

Asclepiadaceae.

Zahlreiche windende Formen treten in dieser Familie auf, sind aber zum grössten Theil nur dünnstengelig und krautig. Die holzigen Arten scheinen meist normales Dickenwachsthum zu besitzen. Wie für vorige Familie ist auch hier innerer Weichbast charakteristisch. Häufig bildet sich im Anschluss an denselben ein nachträgliches Cambium in der Markperipherie, welches die inneren Siebtheile verdickt und in gewissen Fällen auch centrifugal Holzelemente bilden kann, so nach Scott und Brebner (Annals of bot. V p. 286) allerdings nur in unbedeutendem Maasse bei Periploca graeca.

Hoja africana besitzt nach einem von Schimper in Abyssinien gesammelten, 2,5 cm dicken Stamm des Berliner Museums sehr poröses normales Holz.

Normal ist ferner, abgesehen von der Cambiumthätigkeit in der Markperipherie, der Stamm von Periploca graeca, deren Gefässe bis 0,20 mm weit sind und deren Holz entsprechend der Herkunft der Art aus einem nichttropischen Klima deutliche Jahresringe zeigt (in einem 1 cm dicken Stamm 6 Jahresringe).

Ceropegia Sandersoni zeichnet sich nach der Darstellung von

Hérail (p. 254) dadurch aus, dass an das kreisrunde axiale Holz vorwiegend nur an 2 diametral opponirten Stellen das mit weiten Gefässen versehene periaxiale sich ansetzt, wodurch der Contour des Stammes elliptisch wird. Aehnliches Verhalten in mehr oder weniger ausgeprägtem Maasse hat neuerdings Treiber (Bot. Ctrbl. XLVIII p. 276 u. 309) für eine Anzahl kletternder Arten der Familie nachgewiesen. Am ausgeprägtesten fand er die elliptische Abplattung auch bei den kletternden Ceropegien (Taf. I Fig. 1, Taf. II Fig. 3), ferner bei Gonolobus Condurango (Taf. I Fig. 5), während der Holzkörper der aufrechten Asclepiadeen eine nach allen Seiten ziemlich gleichmässige Ausbildung erkennen lässt. Mit Recht betont Treiber (p. 310), dass die Anlagerung des secundären Holzes in Form zweier gegenüberstehender Stränge, deren Medianebene in jedem folgenden Internodium umsetzt, bedeutend die Biegsamkeit der Lianenstämme erhöht.

Die Stämme von Ceropegia und Gonolobus Condurango zeichnen sich ausserdem durch reichliche Entwicklung von dünnwandigem Holzparenchym im secundären Holz in Form von tief einspringenden Massen aus (Treiber p. 276).

Gefurchte Holzkörper, wie gewisse Apocynaceen, hat Gymnema sylvestre nach Jussieu (Monographie des Malp. p. 117), welcher einen 4 cm dicken Stamm untersuchte.

Endlich verdient noch Ceropegia macrocarpa besonderer Erwähnung, welche nach der Angabe von Treiber (p. 274 und Fig. 4 Taf. I) sich durch zahlreiche interxyläre Siebstränge in dem an dünnwandigem Holzparenchym reichen secundären Holz des Stammes auszeichnet. Treiber glaubt aus der Anordnung der Stränge schliessen zu können, dass dieselben erst nachträglich aus dem dünnwandigen Holzparenchym differenzirt werden; seine Abbildung macht mir indessen eher den Eindruck, als ob die Stränge von dem Cambium nach innen abgeschieden werden. Diese Anomalie, die mit der kletternden Lebensweise nichts zu schaffen hat, findet sich innerhalb der Familie wieder in der Wurzel und dem Basaltheile des Stammes der Asclepias obtusifolia Mx., wo die Stränge nach Scott und Brebner's Befund (Annals of bot. V p. 271 Fig. 6) in der That erst nachträglich aus dem Holzparenchym in einer gewissen Entfernung vom Cambium gebildet werden und sich auch secundär in schwachem Maasse durch Hinzutritt von neuen Elementen vergrössern sollen.

§ 51.

Convolvulaceae.

Die Convolvulaceen sind zum grösseren Theil krautige oder dünnstengelige, halbstrauchige Winder, deren Stengel keine besonderen Wachsthumsanomalien aufweisen, zum Theil aber — hauptsächlich in den Tropen — windende hochgehende Sträucher. Die holzigen Stämme der letzteren zeigen zum Theil abweichendes Dickenwachsthum.

Successive Zuwachsringe sind bis jetzt bei folgenden Arten beobachtet worden:

Jussieu (Monogr. des Malp. p. 123) erwähnt Convolvulus malabaricus. Ein Stamm von 8 cm Dicke zeigte 8 oder 9 concentrische, zum Theil unvollständige Holzbastringe. Die Holzringe sind radial gespalten durch Parenchymstreifen.

Ebenso verhält sich nach Jussieu eine mexikanische Ipomoea und eine unbestimmte Convolvulacee aus Brasilien. Jussieu hebt richtig hervor, dass diese concentrischen Holzringe nicht mit Jahresringen verwechselt werden dürfen.

Successive Zuwachszonen treten ferner auf nach Witte (p. 43) bei Ipomoea violacea; die successiven Cambien entstehen nach ihm im Phloëm. Ein mir von Prof. Göbel gütigst mitgetheiltes Stammstück dieser Art maass etwa 3,5 cm im Durchmesser, der innere normale Holzkörper von 1,5 cm Durchmesser wurde umgeben von mehreren Zuwachszonen, die sich nach drei breit vorspringenden Längskanten hin stärker entwickelt hatten, ähnlich wie es für die unten beschriebene Ipomoea umbellata Mey. in Fig. 139 b Taf. X abgebildet ist. Nur ist bei I. violacea der centrale Holzkörper massiv von rundem Contour. Das Holz ist sehr porös und muss im frischen Zustand sehr weich sein. Einzelne breite radiale Parenchymstreifen zerklüften die Holzzone.

Für die ostindische Argyreia capitata giebt Krüger (p. 38), welcher einen 1 cm dicken Stamm untersuchte, successive Zuwachszonen an und hält es auch für wahrscheinlich, dass nachträglich das Holzparenchym Dehnung und Wachsthum erfahre und so die Inselchen zarten Parenchyms im Holzkörper bilde. Ein ca. 1,5 × 1 cm messendes Stammstück des Berliner Museums zeigte einen normalen cylindrischen, 7 mm starken centralen Holzkörper, welcher von 2 oder 3 breiten Parenchymstreifen radial durchzogen wird; 2 Zuwachszonen waren im Stamm vorhanden, und zwar ähnlich wie bei voriger Art nach 3 oder 2 vorspringenden Kanten hin entwickelt. Von einer nachträglichen

Dilatation im Holz konnte ich indessen nichts bemerken und halte daher die Angabe von Krüger für zweifelhaft. Wenn solche Dilatationen hier auftreten, was keineswegs ausgeschlossen ist, so dürften sie erst an älteren Stämmen zum Vorschein kommen, wie es bei der unten beschriebenen Ipomoea umbellata der Fall ist.

Krüger giebt ferner Zuwachszonen an für einen 5 cm dicken Stamm von Porana volubilis, aus dem bot. Garten von Calcutta stammend. Ein ebendaher stammendes Stammstück im Berliner Museum habe ich in Fig. 141 Taf. X abgebildet; es zeigt excentrische Apposition der Holzbastringstücke in ähnlicher Weise wie bei Securidaca unter den Polygalaceen. Solereder (p. 191 Anm.) bezweifelt die Richtigkeit der Bestimmung des von Krüger untersuchten Stammes, weil dieser Autor das Vorhandensein von innerem Weichbast nicht angebe. Das von mir untersuchte Stammstück, auf welches auch die Beschreibung von Krüger ganz gut passt, ist aber seiner Structur nach eine Convolvulacee und zeigt auch deutlich den inneren, nachträglich stark in die Dicke wachsenden Weichbast in 3 aneinander stossenden breiten Streifen, so dass ich an der Richtigkeit der Bestimmung zu zweifeln keinen Grund habe. Im Vergleich zu der Argyreia capitata und Ipomoea violacea ist das Holz von Porana viel fester gebaut.

Endlich giebt Solereder (p. 189) mehrere concentrische Ringe an für dickere Zweigstücke von Convolvulus domingensis und Ipomoea jamaicensis (Material von Eggers auf St. Thomas gesammelt). Solereder constatirte ferner bei ersterer Art, dass der 2. Bündelkreis dadurch entsteht, dass am Aussenrande des Phloëms des ersten Kreises, aber innerhalb einer durch Sklerenchymfasern bezeichneten Zone das neue Meristem auftrete.

Ich selbst habe bei der dickstämmigen, um Rio häufigen Ipomoea umbellata Mey. denselben Typus des Dickenwachsthums constatirt und zugleich bei dieser Art nachträgliche Zerklüftung des axialen Holzringes und auch der successiven Holzzonen in radialer Richtung gefunden.

Nach Obigem treten somit 2 Anomalien in den Convolvulaceenlianen auf.

Successive Gefässbündelbildung kommt vor in den Gattungen Convolvulus, Ipomoea, Argyreia, Porana, ist aber jedenfalls noch weiter verbreitet. Der Ort der Cambiumbildung dürfte wohl bei allen in den äussersten Schichten des Phloëms zu suchen sein.

Nicht alle holzigen Convolvulaceen sind anomal. Ein ca. 2 cm dickes Stammstück von Convolvulus canariensis des Berliner Museums

ist ganz normal, ebenso ein 7 mm dicker Stamm von Convolvulus pentanthus und ein ebenso dicker von Ipomoea pentaphylla, beide von Göbel mitgetheilt, — sofern nicht bei diesen in höherem Alter sich Abweichungen einstellen.

Charakteristisch für die Convolvulaceen ist der innere Weichbast (cf. Vesque, Anat. de l'ecorce p. 142, — Petersen, Bicoll. Gafb. p. 29, — Solereder 1 p. 29, Hérail p. 293). Von Schlepegrell (Bot. Ctrbl. XLIX p. 295) hat denselben neuerdings für zahlreiche Arten nachgewiesen. Wie bei manchen Vertretern mit innerem Weichbast erfahren auch hier die Stränge desselben oft ein secundäres Dickenwachsthum; bei Erycibe und Neuropeltis fand Solereder statt des inneren Phloëms einen markständigen Bündelring, ähnlich wie bei Tecoma. Diese Angabe wird von von Schlepegrell bestätigt. So erzeugen Erycibe glaucescens und paniculata, Neuropeltis Maingayi und racemosa nach diesem Autor (p. 297) an der Aussenseite des inneren Weichbastes vielreihige Streifen von Holzparenchym, welche an die Innenseite der primären Gefässmassen zu liegen kommen. Ferner beobachtete derselbe Autor (p. 297) bei Prevostia Soyauxii und Evolvulus villosus Bildung von Xylemstreifen mit Gefässen am inneren Phloëm nach innen, nach dem Marke zu. Es bleibt noch zu untersuchen, ob derartige Neubildungen, für welche zunächst keine Beziehung zur Lebensweise zu erkennen ist, unter Umständen eine Zerklüftung des Holzkörpers einleiten können, wie es z. B. bei der Acanthacee Mendozia der Fall ist.

Für den Holzkörper charakteristisch ist das Auftreten von Fasertracheiden als Grundmasse (cf. Solereder p. 191).

Auch in den fleischigen oder holzigen Convolvulaceenwurzeln treten Anomalien auf, nach De Bary's Zusammenfassung (p. 625) sowohl successive Cambien, als auch Neubildung von Gefässbündeln aus Cambien, die im Parenchym des alten Holzes entstehen, oder beides vereinigt. Es mag sein, dass bei manchen kletternden Arten das anomale Dickenwachsthum des Stammes von der Wurzel seinen Ausgang genommen hat. Bei Arten mit dünnem Stengel bleibt die Anomalie nur auf die Wurzel beschränkt, so bei Pharbitis hispida, Ipomoea Turpethum etc.

Zu erwähnen ist endlich das neuerdings von D. H. Scott (Ann. of bot. V p. 173) beschriebene eigenthümliche Verhalten des Dickenwachsthums in der hypocotylen Uebergangszone der einjährigen Ipomoea versicolor. Das secundäre Holz dieser Zone umschliesst nämlich interxyläre Weichbaststränge, welche centrifugal vom Cambium aus an-

gelegt werden, also wie bei Combretum, Mucuna etc. (cf. Fig. 2 Taf. XII, Fig. 6 u. 7 Taf. XIII bei Scott). Der übrige Stengel und die Wurzel der Pflanze zeigen normales Verhalten, abgesehen von dem inneren Weichbast des ersteren.

Es herrscht also in der Familie eine Neigung zu anderen Formen des Dickenwachsthums, die dann in den kletternden Stämmen ihre charakteristische Ausbildung und nützliche Verwendung finden können.

Eine sehr typische und hochentwickelte Lianenstructur hat Ipomoea umbellata Mey., die ich bei Rio häufig als dickstämmigen, reichlich Milchsaft führenden und sehr weichholzigen windenden Kletterstrauch antraf. Diese Liane kann zugleich als Typus der anomalen Convolvulaceenstructur dienen, indem sie beide Anomalien aufweist. Der junge Stamm (Fig. 139 a Taf. X) zeichnet sich durch ein sehr weites Mark aus und bildet einen continuirlichen, von 1—2schichtigen Markstrahlen durchsetzten, sehr schmalen, etwa $^1/_2$—$^3/_4$ mm breiten axialen Holzring, bestehend aus regelmässig radial gereihten, englumigen Gefässen und Tracheiden. Einen solchen axialen Holzring trifft man vielfach in den Stengeln kletternder Convolvulaceen an. Scharf gegen das axiale Holz setzt sich das periaxiale ab mit seinen bis 0,50 mm weiten enormen Gefässen, die in eine Grundmasse von Fasertracheiden eingebettet sind.

Während an der Innenseite des axialen Holzringes der Weichbast wohlentwickelt ist und auch späterhin unter theilweiser Verdrängung des Markes in die Dicke wächst, ist der äussere Weichbastring anfangs nur sehr schmal. Ausserhalb der Photophloëmelemente folgt ein 3—4 Zelllagen dicker Pericykel, der durch ein aus kleinen cubischen Zellen bestehendes Phloeoterma von der übrigen Rinde deutlich abgegrenzt ist. Der Pericykel besteht aus Fasergruppen und dazwischen aus Parenchym, das von dem Phloëmparenchym sich nicht abgrenzen lässt. Kork entsteht subepidermal. In älteren Stämmen nun kann man noch die weit auseinander gerückten Pericykelfasern innerhalb der Rinde erkennen. Die an dieselben anstossenden Phloëmparenchymzellen erfahren nachträgliche Theilungen und stellen den Entstehungsort der successiven Cambien vor.

Schon in ca. 0,5—0,8 cm dicken jungen Stämmchen beginnt das Auftreten secundärer Zuwachszonen, wie Fig. 139 a Taf. X zur Darstellung bringt. An den axialen Holzring lagert sich zunächst periaxiales, mit sehr weiten Gefässen versehenes Holz an und zwar nach 3 Seiten zu, derart, dass der Stengel schwach abgerundet 3kantig wird. Noch bevor das Cambium des centralen Holzkörpers seine Thätigkeit ein-

stellt, werden nach den 3 abgerundeten Kanten zu secundäre Zuwachsringstücke angelagert, bald darauf diesen neue aufgelagert, wodurch der Stamm 3 breit vorspringende, abgerundete Flügel erhält (Fig. 139b u. c Taf. X). Jede Rippe läuft bis unter eine Blattnarbe und gabelt sich dann, ein Gabelast verschmilzt dabei mit einer benachbarten Rippe. Die successiven Cambien stellen von innen nach aussen gehend ihr Wachsthum vorläufig ein, wenn die Zonen mehrere mm (etwa 4 mm) breit geworden sind. Es sind aber, wie aus dem Vergleich verschieden dicker Stämme erhellt, immer mehrere Cambien zugleich in Thätigkeit.

Dadurch, dass im centralen Holzkörper das periaxiale Holz in der Umgebung des axialen Holzringes nach 3 Seiten hin gefördert ist, entstehen 3 Furchen, in die sich das Cambium hineinzieht. Hier erzeugt dasselbe im Anschluss an das axiale Holz eine schmale Zone vorwiegend dünnwandigen Holzparenchyms mit eingesprengten radialen Streifen und Gruppen von Fasertracheiden und ganz vereinzelten Gefässen, nach aussen eine schmale Zone secundären Weichbastes. Hier werden ebenfalls successive Holzbastringe im Anschluss an die grösseren in den 3 Flügeln, aber in geringer Anzahl erzeugt; dieselben bleiben aber anfangs sehr schmal und entwickeln nur wenige zerstreute Gefässe.

Bereits in dem Stadium von Fig. 139b Taf. X tritt nun die zweite Anomalie ein, welche in einer vom axialen Holzring ausgehenden Zerklüftung des Holzes infolge nachträglicher Dilatation und Theilung des Holzparenchyms auf einzelnen radialen Streifen sich geltend macht.

In Fig. 139b Taf. X ist bei x das axiale Holz bereits auseinander gerückt, indem auf einem Markstrahl die Dilatation vor sich ging und sich nach aussen in das dünnwandige Parenchym der Furche fortsetzte. In Fig. 139c Taf. X ist der Holzring schon an mehreren Stellen gespalten und in noch höherem Maasse in dem alten 8—9 cm dicken Stamm der Fig. 139d Taf. X, in welchem auch das periaxiale Holz in radialer Richtung Spaltungen erleidet. So werden zahlreiche Streifen und Stränge von Holz mit ihren zugehörigen Cambien und Weichbasttheilen durch das Dilatationsparenchym abgesprengt, und diese wachsen nun nachträglich für sich in die Dicke und können weiter zerklüftet werden. Die Furchen zwischen den 3 breiten Flügeln gleichen sich in älteren Stämmen mehr oder weniger aus, indem hier nachträglich neue successive Zonen angelagert werden und gerade hier eine besonders starke Dilatation des Parenchyms und gesondertes Weiterwachsen der losgesprengten Holzbaststränge statthat (Fig. 139d Taf. X).

Ich habe keine sicheren Anzeichen für nachträgliche Neubildung von Gefässbündeln aus Cambien, die im Dilatationsparenchym ent-

stehen, aufgefunden. Vielmehr scheint mir, dass die auseinander gesprengten Holzbaststränge überall mit ihren ursprünglichen Cambien noch etwas in die Dicke wachsen.

Die Stämme sind infolge der reichlichen Entwicklung von Parenchym und weichen Siebtheilen zwischen den festen Holzsträngen ausserordentlich weich und biegsam. Sie sind ausserordentlich reich an Milchsaft, der in Schläuchen überall in den Weichbasttheilen sich vorfindet.

Die Combination von successiver Cambiumbildung und nachträglicher Zerklüftung findet sich unter den übrigen Lianen nur noch bei der Sapindacee Serjania piscatoria wieder.

Von Ipomoea glabra Choisy, ebenfalls bei Rio gesammelt, habe ich nur dünne holzige Stämme beobachtet. Ein 18 × 10 mm dicker Stamm ist in Fig. 140 Taf. X abgebildet. Er hat biscuitförmigen Querschnitt mit 2 gegenüberstehenden Furchen. Der Holzkörper, der die scharfe Differenzirung in einen schmalen, 0,20 mm breiten axialen Holzring und das weitporige periaxiale Holz zeigt, ist nach 2 Seiten hin stärker entwickelt und in seiner Peripherie mit einigen einspringenden Furchen versehen, in die das Cambium sich hineinzieht. Im Uebrigen ist das Wachsthum ein ganz normales, könnte aber in dickeren Stämmen noch Abweichungen zeigen.

§ 52.

Boraginaceae.

Von abweichenden Lianenstructuren innerhalb der Familie ist mir nur die von Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 468 und Tafel VII Fig. 22) dargestellte Tournefortia hirsutissima L. bekannt, deren Holz sich durch tief einspringende Furchen auszeichnet und darin an die Bignonieen erinnert. Jedoch laufen hier im Unterschied zu diesen die Rindenplatten nach oben je auf eine Blattnarbe zu. Wirkliche Trennungen des Stammes in Längsstreifen, wie sie bei Verbenaceen vorkommt, hat Crüger nicht beobachtet. Auch bleibt zu untersuchen, ob das Cambium sich an den Seitenwänden in die Furchen hineinzieht, oder ob das Verhalten der Bignonieen hier statthat.

In Brasilien habe ich als einzige holzige Boragineenliane die sowohl bei Blumeau, als bei Rio, als bei Pernambuco häufige Tournefortia laevigata Lam. gesammelt. Dieselbe bildet dicke holzige, normalwüchsige Stämme, die sich im Alter mit rundlich vorspringenden zerstreuten harten Korkwarzen bedecken. Der 1—2 mm dicke axiale

Holzring setzt sich gegen das periaxiale Holz, das bis 0,10 mm weite Gefässe enthält, deutlich ab. Die Grundmasse des Holzes wird von inhaltsleeren Fasertracheiden gebildet. Innerer Weichbast, sonst bei den Boragineen verbreitet, fehlt, wie auch Vesque (Anat. de l'écorce p. 141) für diese Gattung angiebt.

§ 53.
Solanaceae.

Die wenigen kletternden Arten von Solanum dürften alle normalwüchsig sein. Auch Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 490) giebt auf Trinidad vorkommende Lianen von Solanum und Solandra (Epiphyten!) als normal an. Dagegen ist für Wurzelhölzer (Atropa, Datura, Scopolina) (Solereder p. 192) xylemständiges Phloëm bekannt.

Von kletternden Arten habe ich in Südbrasilien nur Solanum Convolvulus Sendtner mit dünnen holzigen Stämmen aufgefunden. Ein Stamm von 18 mm Durchmesser hat eine sehr breite Rinde, normalen Holzkörper, welcher 3 rundliche Vorsprünge auf dem Querschnitt zeigt. Vielleicht tritt in älteren Stämmen die Furchung noch deutlicher heror.

Axiales und periaxiales Holz sind nicht scharf getrennt, da die Tüpfelgefässe nach aussen allmählig grösser werden. Sie erreichen bis 0,22 mm Weite und machen durch ihre grosse Menge zugleich mit kleinen Gefässen das Holz sehr porös. Als Grundmasse treten stärkeführende Holzfasern auf, die nach Solereder (p. 192) für die ganze Familie charakteristisch sind. Innerer Weichbast vorhanden.

§ 54.
Bignoniaceae.[1])

Innerhalb dieser wichtigen Lianenfamilie treten sehr verschiedene Typen des Dickenwachsthums auf. Vor allem ist es die Bildung der

[1]) Das ziemlich reichhaltige, von mir in Brasilien gesammelte Material von Bignonieen-Lianenstämmen liess sich nur zu einem kleinen Theil bis auf die Gattung oder Art bestimmen, da diese Familie bis jetzt in der „Flora brasiliensis" noch keine monographische Bearbeitung erfahren hat. Von vielen Arten konnte ich nur Stämme und Blattzweige einsammeln, die sich nur dann sicher bestimmen lassen, wenn sicher bestimmtes Vergleichsmaterial zu Gebote steht. Im Nachfolgenden habe ich daher die nicht bestimmbaren Lianen nur mit der Nummer meiner Sammlung brasilischer Hölzer bezeichnet und hoffe später die Bestimmungen nachtragen zu können.

eigenthümlichen, in den Holzkörper einspringenden, regelmässig nach der 4Zahl erscheinenden Bastplatten, welche als durchgreifender anatomischer Charakter der kletternden Arten innerhalb der grossen Tribus der Bignonieae uns entgegentritt. Diese Tribus enthält die überwiegende Mehrzahl der Lianen der Familie und umfasst nur Blattranker, die fast ausschliesslich dem tropischen Amerika eigenthümlich sind.

Bei einigen Formen der Bignonieen combinirt sich mit diesem Haupttypus an älteren Stämmen ein anderer Typus, es entstehen in der secundären Rinde peripherische Holzbastringe oder Stränge, ähnlich wie bei gewissen Dalbergieen.

Endlich giebt es eine dritte Kategorie von Bignonieen, welche anfangs ebenfalls nur dem Haupttypus folgt, dann aber früher oder später, von der Mitte des Stammes aus beginnend, den Holzkörper nachträglich zerklüftet in ähnlicher Weise wie bei gewissen Malpighiaceen.

Bei Anisostichus capreolata Bur. endlich finden wir alle 3 Typen in einem Stamm vereinigt. Bureau (Bull. soc. bot. 1872 p. 160) vergleicht zwar die später entstehenden peripherischen Bündel mit denen von Serjania. Sie haben aber damit gar nichts gemeinsam, weil sie nicht primär angelegt werden. Bei keiner einzigen Bignoniacee ist bis jetzt ein Verhalten, wie Serjania es zeigt, constatirt worden.

Was nun die übrigen Triben der Bignoniaceen anbelangt, so haben wie es scheint fast alle kletternden Tecomeae normales Dickenwachsthum des Holzkörpers nach aussen zu. Tecoma radicans ist bemerkenswerth durch die nachträgliche Entstehung von Cambiumstreifen in der Peripherie des Markes, welche nach aussen zu eine schmale Holzzone, nach der Stammachse zu eine breite Weichbastzone abscheiden. Als Lianenstructur kann diese anatomische Eigenthümlichkeit nicht aufgefasst werden. Die Gattung Tecoma enthält eine grössere Anzahl von vorzugsweise tropisch asiatischen hochkletternden Sträuchern, deren Stammstructur kaum untersucht ist. Es dürften unter denselben vielleicht noch Anomalien sich nachweisen lassen. Bei Tecoma (Pandorea) jasminoides z. B. fand Hovelacque (Rech. p. 139) ebenfalls Furchenbildung, allerdings in etwas anderer Weise als bei den Bignonieen.

Die Tribus der Jacarandeae enthält eine kletternde Gattung Eccremocarpus, deren dünne krautige Stengel nur geringes secundäres Dickenwachsthum erfahren und daher hier nicht in Betracht kommen

(vgl. die Darstellung der Structur bei Hovelacque (Rech. p. 216 Fig. 125). Anomalien sind auch bei den übrigen nicht kletternden Jacarandeen [1]) nicht bekannt.

Die Tribus der Crescentieae enthält in der Gattung Schlegelia epiphytische, zugleich wurzelkletternde Sträucher, für welche aber abweichende Structuren bis jetzt nicht bekannt, auch nicht zu erwarten sind.

---

1. Bignonieen mit einspringenden Bastplatten (Fig. 142—158 Taf. XI). Die kletternden Arten dieser Tribus zeigen an älteren Stämmen eine ziemlich beträchtliche Mannigfaltigkeit der Querschnittsformen des Holzkörpers, die aber alle auf einen Typus zurückzuführen sind, zu welchem nur bei einigen Gattungen als spätere Neubildungen noch secundäre Zuwachszonen oder nachträgliche Zerklüftung hinzukommen kann. Die vielen Variationen des Haupttypus lassen sich in eine Reihe einordnen, ausgehend von einfachen Formen und schliesslich in complicirten vollkommenen Lianenstructuren endigend (vgl. die Abbildungen auf Taf. XI und XII). Die Gruppe der Bignonieen bietet uns somit ein gutes Beispiel für die stufenweise Weiterentwicklung einer anfangs sehr einfachen abweichenden Structur.

Der Bignonieentypus ist aufzufassen als eine besondere Form des gefurchten Holzkörpers, wie er häufig bei Malpighiaceen angetroffen wird. Hier wie dort wird zunächst ein schmälerer oder breiterer Ring von axialem Holz mit engem Lumen der Gefässe angelegt, und erst bei der periaxialen Holzerzeugung treten früher oder später die Furchen auf, indem das Cambium auf schmalen Längsstreifen weniger Holzelemente nach innen abscheidet als an den zwischenliegenden breiteren Streifen. Während nun bei den Malpighiaceen diese Furchen in wechselnder Zahl und an beliebigen Stellen erscheinen, vollzieht sich die Furchenbildung bei den Bignonieen nach strenger Gesetzmässigkeit. Zunächst treten allgemein 4 solcher Furchen auf, schon gleich oder bald nach der Anlagerung des periaxialen Holzes, und zwar laufen dieselben auf 4 mit den Blattorthostichen genau alternirenden Länglinien entlang den ganzen Langtrieb. Bei einer Anzahl Gattungen sind diese Furchen die einzigen, die überhaupt gebildet werden. Bei anderen aber treten später zwischen den 4 ersten, am tiefsten ein-

[1]) Die Angabe Solereder's (p. 196) von dem Vorkommen eines zusammengesetzten Holzkörpers bei Jacaranda filicifolia beruht auf einem Irrthum (vgl. Radlkofer, Ergänz. zur Monographie von Serjania p. 8).

greifenden Furchen 4 neue auf, dann später zwischen diesen und den erstgebildeten in der Mitte 8 weitere u. s. f., so dass aufeinander folgende Altersstadien 4, 8, 16, 32, 64 etc. Furchen aufweisen. Je grösser die Zahl wird, desto weniger regelmässig erscheinen die Furchen an Zahl, zumal wenn der Stamm nicht genau concentrisch verdickt wird.

Ein zweiter wesentlicher Unterschied gegenüber den Malpighiaceen ergiebt sich aus dem Verhalten des Cambiums. Während bei diesen das Cambium continuirlich in die tiefen Furchen sich hineinzieht und in denselben sehr bald aus Raummangel seine Thätigkeit einstellen muss, findet bei den Bignonieen als Folge der ungleichen Thätigkeit eine Theilung des Cambiums in lauter Längsstreifen in sehr regelmässiger Weise statt, und jeder Streifen erzeugt nun für sich in normaler Weise nach innen Holz, nach aussen Bast. An den radialen Seitenflächen der Furchen finden sich keine Cambiumstreifen, sondern nur am Grunde der Furchen sowie an der Aussenfläche der zwischen den Furchen liegenden Holzvorsprünge.

Obwohl das besondere Dickenwachsthum der Bignonieen durch die Untersuchungen von Mettenius, De Bary, P. Schulz aufgeklärt ist, möchte ich hier der Vollständigkeit halber eine Darstellung desselben geben, zumal in letzter Zeit von Seiten Hovelacque's nicht mit Recht die älteren Angaben zum Theil in Zweifel gezogen sind.

Der einfachste Fall der Zertheilung des Aussencambiums in Längsstreifen findet sich in den Stämmen, die zeitlebens nur 4 Furchen erzeugen und bei denen die Furchen von innen nach aussen gleich breit ohne Stufenbildung bleiben (vgl. Fig. 142—146 Taf. XI).

Hier wird das Cambium in 8 Längsstreifen, 4 breite an den ein Kreuz bildenden Holzvorsprüngen, 4 schmale im Grunde der Furchen, zerschnitten, dadurch dass die 4 schmalen Cambiumstreifen bei der Bildung der Furchen nach innen bedeutend weniger Lagen von Holzelementen apponiren als die 4 breiteren, die somit weiter nach auswärts vorgeschoben werden. Umgekehrt erzeugen aber die 4 schmalen Streifen in die Furchen hinein relativ mehr Lagen von Phloëm als die 4 breiten Streifen, derart dass durch diese sich ausgleichenden Wachsthumsvorgänge die Aussengrenze des Holzbastkörpers kreisförmigen oder vierkantigen Contour je nach der Form des Stammquerschnittes beibehält und den Furchen des Holzkörpers nicht nachfolgt.

Nun ist klar, dass unter den so gegebenen Verhältnissen die 4 im Grunde der Furchen weiter wachsenden Bastplatten oder Bastschaltstücke an den Seitenflächen der Furchen vorbeigeschoben werden müssen,

und in der That findet hier ein gleitendes Wachsthum statt. Die Holzvorsprünge sind an den beiden Seitenflächen der Furchen — wenigstens wenn Dickenwachsthum statthat — von den Schaltstücken durch Längsspalten geschieden (vgl. Fig. 143 b von Bignoniee Nr. 541 aus der Serra dos Orgãos), welche an den beiden Seitenlinien des Furchencambiums beginnen und sich bis an oder bis etwas über die Seitenlinie der Cambien der Holzvorsprünge hin erstrecken. Diese Längsspalten entstehen in den mehrschichtigen Markstrahlen, welche die Furchen stets seitlich begrenzen, und schliessen sich wieder vollständig durch Verwachsung der Markstrahlzellen sowohl an den Grenzen der von dem Furchencambium erzeugten Holzkeile, als auch an den Grenzen der Bastplatten gegen das von dem Cambium der Holzvorsprünge nach aussen erzeugte Phloëm; sie rücken somit zugleich mit den bei dem Dickenwachsthum langsam sich vorschiebenden Bastschaltstücken nach aussen vor. Die peripherische secundäre Phloëmzone ausserhalb der durch die Holzvorsprungcambien bezeichneten Linie ist somit geschlossen und wird im Gesammt beim Dickenwachsthum vorgeschoben, wobei die mit ihr in Zusammenhang stehenden 4 Bastschaltstücke aus den Furchen mit hervorgezogen werden unter gleichzeitigem entsprechenden Zuwachs an ihrer schmalen Innenfläche. Unter Umständen, bei Arten mit engen Furchen, kann es auch vorkommen, dass dieser Zuwachs stärker ausfällt als der Zuwachs des Holzes der Holzvorsprünge, und dann nimmt die Bastplatte aus Raummangel einen etwas geschlängelten Verlauf in der Furche an.

An und für sich ist das Dickenwachsthum der einzelnen Cambiumstreifen ein normales; das Abweichende vom gewöhnlichen Verhalten besteht nur in dem durch die ungleiche Entfernung der Cambiumstreifen vom Centrum des Stammes bedingten, kunstvoll sich vollziehenden Vorbeigleiten und nachträglichen Verwachsen der von ihnen erzeugten Holz- und Bastkörper.

Im einfachsten Fall, welcher für mehrere Gattungen charakteristisch ist, werden zeitlebens nur 4 gleich breite oder nach aussen sich etwas erweiternde, stets von denselben breiten Grenzmarkstrahlen eingefasste Furchen erzeugt (cf. Fig. 142—146 Taf. XI).

Bei anderen Gattungen aber, entweder nur mit 4 oder mit successive entstehenden 4, 8, 16 etc. einspringenden Bastplatten erscheinen auf Querschnitten die Furchen nach aussen treppenartig an den Seitenflächen erweitert (cf. Fig. 147—157 Taf. XI).

Die stufenartig einspringenden Bastmassen setzen sich zusammen aus ebenso vielen Bastschaltstücken, als Holzstufen vorhanden sind.

Zu jeder Stufe gehört ein Cambiumstreifen, der sich wie das Cambium im Grunde der Furche verhält.

Anfangs sind diese Furchen einfach und gleich breit. Nachdem einige Zeit das Dickenwachsthum vorgeschritten ist, bleibt links und rechts von der Furche das Holzvorsprungcambium vom Rande der Furche bis zu einem breiteren Markstrahl in der Holzerzeugung zurück, scheidet dafür aber relativ mehr Phloëm nach aussen ab. Nach gewisser Zeit wiederholt sich derselbe Vorgang. Nach Arten und Gattungen verschieden sind die Stufen bald breiter, bald schmäler, niedriger oder höher. Ihr Erscheinen fällt nicht etwa zusammen mit dem Beginn einer neuen Vegetationsperiode, sondern scheint nur von inneren Factoren beherrscht zu werden.

Die nebeneinander liegenden älteren inneren und jüngeren seitlichen Bastschaltstücke werden im Gesammt beim Dickenwachsthum aus der Furche vorgezogen bezw. vorgeschoben. Die Spalten finden sich hier ebenfalls vor, mitten in den Grenzmarkstrahlen an den radialen Seitenflächen der Furche und reichen hier von Cambium zu Cambium, während in der Fortsetzung der Grenzmarkstrahlen nach aussen zwischen den einzelnen Bastschaltstücken die Spalten sich wieder durch Verwachsung der Zellen mit ihrer Wandung schliessen. Fig. 150 b Taf. XI veranschaulicht in etwas schematischer Zeichnung diese Verhältnisse an einer stufenförmig erbreiterten Furche des Stammes Fig. 150 a Taf. XI, einer Liane der Provinz Rio (Nr. 308). Aeltere Stämme desselben Typus repräsentiren die beiden in Fig. 151 u. Fig. 152 Taf. XI abgebildeten Lianen, deren genaue Bestimmung leider ebenfalls nicht möglich war.

Bevor ich auf das Verhalten der Grenzmarkstrahlen und die Bildung der Spalten näher eingehe, seien zunächst einige Angaben über die histologischen Elemente des Holzes gegeben.

Das Holz ist bei den meisten Bignonieen relativ fest gefügt im Vergleich zu den porösen und schwammigen Hölzern vieler anderen Lianen.

Die Grundmasse besteht allgemein aus typischen dickwandigen, einfachen oder gefächerten, meist stärkeführenden Holzfasern, die nach Solereder (p. 197) überhaupt für die Familie charakteristisch sein sollen. Holzparenchym tritt, abgesehen in der Umgebung der Gefässe, sparsam auf, bei manchen in Form von schmalen Querbändern.

Das sehr dichte axiale Holz mit sehr engen Gefässen ist in den meisten Stämmen als schmale 4kantige Zone zu erkennen, setzt sich aber nicht immer sehr scharf gegen das weitporige periaxiale Holz ab.

In letzterem treten weite Gefässe neben Gruppen von englumigen auf. Die weitlumigen Gefässe erscheinen häufig in mehr oder weniger regelmässigen, nach innen oft scharf abgesetzten concentrischen Zonen (cf. Fig. 151, 152 Taf. XI z. B.), getrennt durch Zonen, in denen die Gefässe vorwiegend englumig sind oder allmählig von einer Zone zur anderen kleiner werden, ganz ähnlich wie es bei der Jahresringbildung unserer Bäume in der Regel der Fall ist. Bei den Bignonieen aber lassen sich diese abwechselnden Lagen nicht als Jahresringe ohne weiteres bezeichnen, wenn auch wahrscheinlich ist, dass sie irgend eine Beziehung zu dem Vegetationscyclus ausdrücken. Für Jahresringe sind sie zu unregelmässig. Anders verhält sich die nordamerikanische Anisostichus capreolata, die aus einem gemässigten Klima stammt und nach Bureau die einzige rankende Bignoniee vorstellt, welche bei Paris im Freien vorkommt. Diese Art soll nach Bureau (Monogr. p. 139) im Gegensatz zu den tropischen Formen regelmässige Jahresringe wie unsere Bäume bilden. An 10—12 mm dicken Zweigen zählte er 13 concentrische Ringe.

Die Weite der grössten Gefässe erreicht bei den Bignonieen nicht die Extreme unter den Lianen. Auf die Weite der Gefässe im periaxialen Holz haben ohne Zweifel die durch den Standort beeinflussten Transpirationsverhältnisse einen gewissen Einfluss. Bei Rio wachsen einige Bignoniaceen, z. B. Arrabidaea conjugata Mart., Arr. subincana Mart., mehr als niederliegende Büsche in der Strauchvegetation der sog. Restinga an der Küste, also an ganz sonnigem offenem Standort. Beide Arten haben ungemein hartes Holz mit nur wenig einspringenden Holzfurchen (Fig. 142 Taf. XI von Arr. conjugata). Im Holz sind die Gefässe kaum mit blossem Auge zu erkennen, die weiten sparsam auftretend, sie messen bei Arr. subincana nur bis 0,08—0,11 mm Weite.

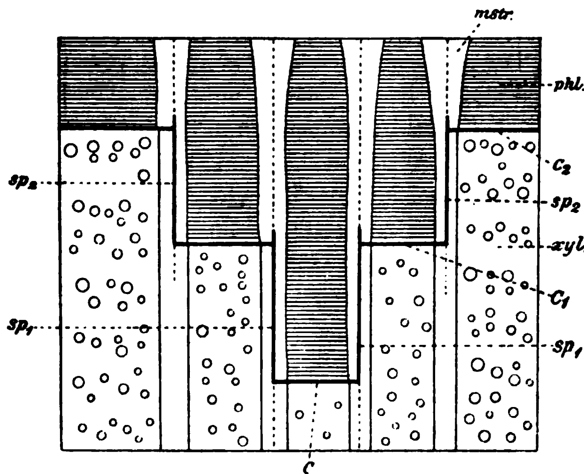
Dagegen haben sämmtliche im feuchten Wald auftretende Arten leichteres Holz mit zahlreichen weiten Gefässen, die im Durchschnitt 0,30 mm messen, so z. B. bei der in Fig. 149 a, b Taf. XI abgebildeten Cuspidaria pterocarpa DC. In dem Stamme Fig. 144 b Taf. XI von Liane Nr. 411 messen sie bis 0,37 mm Weite. Etwas enger sind sie bei Bignonia unguis und Verwandten (0,22 mm im Durchschnitt).

Die von den Furchencambien nach innen abgeschiedenen Holzkeile treten auf Querschnitten deutlich hervor durch die sie einfassenden breiten Markstrahlen (z. B. Fig. 144 Taf. XI). Ihr Holz baut sich aus denselben Elementen auf wie das übrige den Holzvorsprüngen

angehörende, erscheint aber bedeutend dichter, weil die Gefässe, vor allem die weiteren, hier sparsamer angelegt werden.

Die Markstrahlen im Holze sind schmal, 1-, 2- oder 3schichtig, von gewöhnlicher Bildung. Nur die Begrenzungsmarkstrahlen setzen sich aus mehreren Lagen zusammen, werden nach aussen zu auch etwas breiter und ziehen sich continuirlich durch die Länge des ganzen Stammes; sie werden aber nicht primär angelegt, sondern entstehen bei der Anlegung des periaxialen Holzes in den Ecklinien der zurückbleibenden Furchen.

In den Grenzmarkstrahlen nun vollzieht sich das charakteristische Vorbeigleiten der wachsenden Spaltstücke an den Seitenwänden auf einem Spalt, der mitten in dem Markstrahl entsteht. Die Spaltenbildung bedingt es, dass in den Stämmen mit 4 stets gleich breiten Furchen die Grenzmarkstrahlen zur einen Hälfte als Product der Furchencambien, zur anderen des Holzvorsprungcambiums hervorgehen; in den Stämmen mit stufenartig erbreiterten Furchen betheiligen sich die Cambien je zweier aufeinander folgender Stufen an der Zusammensetzung des zwischenliegenden Markstrahls. Zur Erläuterung diene das nachstehende Schema. Die Linien sp_1, sp_2 bezeichnen



Schema der Furchenbildung am Holzkörper der Bignonieen.

die radialen Spalten in den breiten Markstrahlen, c Furchencambium, c_1 Stufencambium, c_2 Vorsprungcambium. Jeder Cambiumstreifen reicht bis zur Mitte der begrenzenden Markstrahlen (mstr).

Fig. 149b Taf. XI von Cuspidaria pterocarpa DC. stellt die

Ecke einer Furche bei stärkerer Vergrösserung dar; m bezeichnet den Grenzmarkstrahl, c das Furchencambium, sp die Spalte in dem Grenzmarkstrahl, welche in dem innen vom Furchencambium gelegenen Theil des Markstrahls durch dichtes Aneinanderschliessen und Verkitten der Zellen wieder geschlossen erscheint. Die früheren Spalten konnte ich aber an Schnitten selbst in den älteren inneren Theilen der Markstrahlen im Holze, besonders auf Querschnitten, noch erkennen an der bräunlichen Färbung der verwachsenen Zellwände. Die Verwachsungsfläche verläuft in manchen Stämmen ganz glatt, die Markstrahlen an den Seiten der Bastplatten erscheinen glatt der Länge nach durchschnitten, und die letzteren dürften dann jedenfalls sehr leicht vorbeigleiten können. Ich vermuthe, dass in die Spalten Schleim oder sonst ein schlüpfriges Secret abgeschieden wird, welches das Vorbeigleiten erleichtert. In anderen Fällen dagegen verläuft die Trennungsfläche etwas uneben, die sie rechts und links begrenzenden Zellen der Grenzmarkstrahlen sind dünnwandig und gegen die Fläche vorgewölbt. Das Vorbeigleiten kann dann nicht so leicht vor sich gehen, und in der That sieht man hin und wieder, besonders an tief- und schmalgefurchten Holzkörpern, die schmalen Bastplatten in den Furchen wellig hin und her gekrümmt (z. B. in dem Stamme Nr. 71 von Blumenau, Fig. 155 Taf. XI). Die äussere, dem Holzvorsprung angehörige Hälfte des gespaltenen Markstrahls besteht aus radial gestreckten, getüpfelten, verholzten Zellen. Manchmal bleiben die die Spalten unmittelbar begrenzenden Zellschichten dünnwandig und unverholzt, wie es auch die Zellen der zur Bastplatte gehörigen Hälfte des Grenzmarkstrahls sind. Letztere wird vom Furchencambium nach aussen zugleich mit der Bastplatte abgeschieden und vorgeschoben (Fig. 149 b Taf. XI). Nach innen aber erzeugt das Furchencambium in deren Verlängerung an den Ecken verholzte Markstrahlzellen, die nun mit der Markstrahlhälfte des Holzvorsprunges in der Verlängerung der Spalten verkleben.

Die Frage, ob die Spalten stets offen sind oder nur während der Zeit des Dickenwachsthums, ob sie zeitweilig geschlossen werden, bedarf noch näherer Prüfung.

Die von den Furchen- bezw. Stufencambien abgeschiedenen Bastplatten stehen aussen in Continuität mit dem peripherischen normalen Bastring. Sie erbreitern sich nach aussen nicht, sondern der tangentiale Zug in der Rinde infolge des Dickenwachsthums wird durch Dehnung und Vermehrung der Zellen der Grenzmarkstrahlen nach aussen zu ausgeglichen. Das secundäre Phloëm ist in den Platten

der Furchen anders beschaffen als an der Aussengrenze der Holzvorsprünge. Das Furchenphloëm besteht aus mehr oder weniger regelmässigen schmalen Bändern von Bastfasern, zwischen denen sich breite Bänder von sehr stattlichen weiten Siebröhren[1]) nebst Geleitzellen einschieben. Phloëmparenchym tritt in meist einfacher Schicht aussen und innen von jeder Faserquerreihe auf. Im Grunde der Furchen sind die Siebröhren activ, weiter nach aussen erscheinen sie obliterirt und zerdrückt zwischen den Lagen von Phloëmparenchym. In der Phloëmzone ausserhalb der Holzvorsprünge dagegen werden die Querbänder von Bastfasern, die von den Markstrahlen durchbrochen werden, durch breitere Zonen von vorwiegend Phloëmparenchym in regelmässiger Anordnung getrennt, und in letzterem verlaufen weit engere Siebröhren. Das Massenverhältniss zwischen Siebröhren und Parenchym ist hier gerade umgekehrt wie in den Bastplatten. An das Protophloëm grenzt aussen ein Ring von im alten Stamm weit auseinander gerückten Sklerenchymbündeln (Fig. 150 b Taf. XI), die bei manchen Gattungen auch bei der Borkenbildung mit abgeworfen werden. Rinde und Pericykel zeigen nichts allgemein Bemerkenswerthes.

Bei den Arten mit treppenartigem Aufbau der Bastplatten wiederholt sich auch in der Rinde die Stufenbildung infolge der besonderen Beschaffenheit der Bastplatten (cf. Fig. 150 b Taf. XI).

Obwohl bereits Mettenius (Linnaea 1846 XIX p. 567) an Bignonia Lindleyana Kl. die Furchenbildung und vor allem die eigenthümliche Spaltenbildung in den Grenzmarkstrahlen im Wesentlichen richtig erkannt hat und seine Figur auf Taf. VIII die Verhältnisse schematisch gut darstellt, obwohl auch Crüger (Bot. Ztg. 1850) die Spalten gesehen hat, ferner De Bary (p. 587) eine genaue Darstellung des Dickenwachsthums bringt und endlich P. Schulz (Flora 1884 p. 198) an Bignonia aequinoctialis Spaltenbildung und Vorbeigleiten der Bastplatten festgestellt hat, so behauptet Hovelacque (Recherch. p. 60; Bull. soc. d'ét. Sep.abdr. p. 4; Compt. rend. 1887 Sep.abdr. p. 3) auf Grund seiner wie es scheint nur an jungen Stämmen ausgeführten Untersuchungen, dass in den Grenzmarkstrahlen keine oder nur ausnahmsweise Spalten auftreten, sondern dass die Bastplatten an den Seitenwänden ebenfalls wie im Grunde an ihr Cambium fest mit den Markstrahlzellen verbunden sind und letztere beim Vorschieben der Platten durch Theilungen, Streckungen und Schrägstellung die

[1]) H. von Mohl (Bot. Ztg. 1855) benutzte Bigonia daher zum Studium der Elementarorgane des Bastes.

Continuität der Gewebe aufrecht erhalten. Die Art und Weise, wie er sich diese Theilungen vorstellt, giebt er schematisch wieder in den Diagrammen auf p. 63 u. 66 seiner Recherches. Hätte Hovelacque noch einige Diagramme mehr gezeichnet und zwar von tieferen mit schmalen Grenzmarkstrahlen eingefassten Furchen, wie sie z. B. in den Stämmen Fig. 154, 156 meiner Taf. XI abgebildet sind, hätte er ferner das zahlreiche Material, das er (Compt. rend. 1887 p. 1) untersucht zu haben behauptet, genauer angesehen, so würde er schwerlich die Behauptung aufgestellt haben können, dass auch in älteren Stämmen die Bastplatten continuirlich an den Seitenflächen beim Vorschieben anhaften. Ich habe überall in den regelmässig ausgebildeten Furchen die Spalten bemerken können. Nur bei der ersten Anlage der Furchen, beim Zurückbleiben des Furchencambiums, namentlich dann, wenn die Innenwinkel der Furchen anfangs noch abgerundet sind, wie es bei einzelnen Arten zu geschehen pflegt, findet zunächst noch ein continuirlicher Zusammenhang auch an den kurzen Seiten der Furchen statt, indem die hier befindlichen Grenzmarkstrahlen schräg gestreckt werden und Theilungen eingehen. Aber sehr bald tritt die Spaltenbildung ein. Ich fand deutliche Spalten schon bei der unten näher geschilderten Bignonia catharinensis an kaum $^1/_4$ mm Tiefe messenden Furchen. Bei radialer Stellung der Seitenwände müssten die Markstrahlzellen, wenn sie durch Streckung und Theilung in continuirlichem Zusammenhang mit dem benachbarten Holz und der Bastplatte bleiben wollten, sehr bald zu schmalen Fäden ausgezogen werden. Die Diagramme Hovelacque's dürften kaum der Wirklichkeit entsprechen und sind ausserdem zum Theil unrichtig construirt. Man vergleiche nur seine Diagramme Fig. 43 u. 44 mit den vorhergehenden Stadien Fig. 36, 37 genauer und man wird finden, dass die Scheidewand zwischen Zelle S_2 und S_3, welche an Zelle J_2 in Fig. 37 grenzt, in Fig. 43 an Zelle J_3 angefügt gezeichnet ist, somit also von einer Zelle auf eine benachbarte überspringen muss. In Fig. 44 und 45 muss man ebenfalls einen Salto mortale für einige Scheidewände der mit S bezeichneten Zellen annehmen, um dem Diagramm zu seinem Recht zu verhelfen. Nur bei der ersten Bildung der Furchen könnten solche oder ähnliche Zelltheilungen auftreten, wie sie Hovelacque in seinem Anfangsdiagramm Fig. 36 construirt hat. Für die älteren tieferen Furchen mit schmalen Grenzmarkstrahlen sind sie gänzlich ausgeschlossen. Sind die einspringenden Furchen nur seicht, auch in älteren Stämmen, und die Begrenzungsmarkstrahlen sehr breit, ein vielschichtiges Parenchym, so können die

Gewebe in Continuität unter schräger Anordnung, Streckung und Theilung der Markstrahlzellen verbleiben, und in der That kommen solche Fälle unter den Compositen bei Mikania und Bidens rubifolius (siehe § 59) vor.

Hovelacque giebt in seinem umfangreichen Buche Recherches sur l'appareil végétatif des Bignoniacées etc. zahlreiche anatomische Details von jungen Stämmen einer Anzahl Bignonieen, die nur für rein anatomisch-systematische Zwecke Bedeutung haben.

Die Frage nach der Bedeutung der Furchenbildung ist nicht leicht zu beantworten. P. Schulz (p. 203) meint, der Zweck derselben schiene offenbar der zu sein, einen Schutz für die äusserst zartwandigen eiweissführenden Elemente abzugeben. Es könnte sich hier, wenn diese Ansicht richtig wäre, nur um einen besonders ausgeprägten Schutz gegen Druck in tangentialer, nicht aber in radialer Richtung handeln. Ich sehe nicht ein, weshalb gerade der Bignonieenweichbast des Schutzes so bedürftig sein soll. Weite dünnwandige Siebröhren sind eine verbreitete Erscheinung in Lianenstämmen, ohne mit anderen Schutzvorrichtungen, als sie gewöhnlich bei Holzpflanzen auftreten, versehen zu sein. Wenn wir die Annahme machen, dass die complicirteren Structuren (Fig. 156, 157 Taf. XI) nicht mit einem Schlage an den Stämmen bei Uebergang der Arten zu kletternder Lebensweise in die Erscheinung traten, sondern von einfacheren Abweichungen sich ableiteten, so ergiebt sich naturgemäss, dass die ersten Anfänge darin bestanden, dass nur 4 einfache, seichte, mit den Blattorthostichen abwechselnde Furchen aus irgend welchen inneren Ursachen auftraten. Innere, der Familie eigenthümliche Wachsthumsgesetze sind es, die die Furchenbildung beherrschen und sie zur Entwicklung kommen liessen, ohne dass zunächst ein besonderer Zweck damit verbunden war. Lässt sich somit das erste Auftreten des Bignonieen-Typus nicht erklären, so können wir uns eher eine Vorstellung davon machen, wie die Weiterentwicklung zu den complicirten Formen stattfand. Je tiefer die Furchen gehen, je grösser ihre Zahl wird, desto mehr nähert sich der Stamm in seinem Aufbau dem Aristolochia-Typus; er wird torsionsfähiger und biegsamer, die Structur wird eine vortheilhafte, und darin ist die Bedingung zu der Weiterentwicklung gegeben. Die höchste Stufe der Lianenstructur innerhalb der Tribus der Bignonieen wird in den weiter unten beschriebenen Stämmen von Bignonia unguis und Verwandten erreicht, in denen zu der weitgehenden Furchung des Holzes noch nachträgliche Zerklüftung hinzutritt. Der Stamm von Arrabidaea conjugata Mart. mit

seinem harten Holz und seinen 4 seichten einfachen Furchen (Fig. 142 Tafel XI) steht auf einer Anfangsstufe. Die Furchenbildung kann hier kaum von irgend einem Vortheil sein. Der weichholzige Stamm von Bignonia catharinensis (Fig. 163 Taf. XII) dagegen repräsentirt eine typische Kabelstructur, die entschieden als Anpassungserscheinung aufgefasst werden muss.

Zwischen beiden Extremen stehen die übrigen Formen, von denen die wichtigsten Formen in den Figuren der Taf. XI u. XII abgebildet sind.

Bei einigen Bignonieen findet sich eine Eigenthümlichkeit in der Holzfurchenbildung, die noch besondere Erwähnung verdient. Nach Bureau (Bull. soc. bot. France 1872 p. 18) kommt dieselbe der Gattung Pithecoctenium Mart. zu, welche zu seiner ersten Gruppe der Gattungen mit stets nur 4 Bastplatten gehört. Fig. 158 Taf. XI stellt einen älteren, bei Blumenau von mir gesammelten Stamm von Pithecoctenium phaseoloides (Cham. sub Bign.) dar. Sehr frühzeitig werden in dem auf den schmalen axialen Holzring folgenden periaxialen Holz 4 relativ sehr schmale Furchen angelegt. Im weiteren Verlauf des Dickenwachsthums erbreitern sich aber die Cambien der Holzvorsprünge seitlich nach den Furchen zu, vereinigen sich vollständig, indem die beiden Grenzmarkstrahlen zusammenlaufen, und schliessen somit die 4 nach aussen sich auskeilenden Bastplatten vollständig in den Holzkörper ein. Dann aber bilden sich bald wieder auf denselben Radien rechts oder links von dem vereinigten Markstrahl durch Zurückbleiben des Cambiums neue Furchen, die auch wieder eingeschlossen werden u. s. f., so dass an Stelle einheitlicher Bastplatten auf dem Querschnitt radiale Reihen von durch Markstrahlen verbundenen Bastkeilen zu sehen sind, die in ihrem Längsverlauf hie und da Anastomosen zeigen dürften.

Aehnliches Verhalten ist auch bekannt in den gefurchten Stämmen von Apocynaceen (Condylocarpon).

Fr. Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 66 u. Fig. 16 Taf. III) bildet einen 9 cm dicken Stamm ab, welcher grosse Aehnlichkeit mit meiner Figur von Pithecoctenium phaseoloides und die in Rede stehende Eigenthümlichkeit aufweist. An diesem dicken Stamm sind zwischen den 4 primären Bastplattenreihen aber auch secundäre, erst sehr spät entstandene vorhanden. Gehört dieser Stamm ebenfalls zu Pithecoctenium, so würde letztere Gattung zu Bureau's 2. Gruppe mit successive 4, 8, 16 Bastplatten fernerhin zu rechnen sein.

Die von Fr. Müller (l. c. p. 66 u. Fig. 18 Taf. III) beschriebene Haplolophium-Liane aus Südbrasilien, von welcher ich der Vollständigkeit halber in Fig. 159a u. b Abbildungen nach seinen in der Bonner Sammlung befindlichen Stammproben wiederhole, schliesst sich an Pithecoctenium in Bezug auf das wiederholte Einschliessen der Bastplatten an, abgesehen von der weiter unten beschriebenen Bildung secundärer Zuwachszonen in der Rinde.

Auch in den Stämmen der Gattung Distictis mit successive entstehenden 4, 8, 16 etc. mit Stufen versehenen Furchen kommt nach Bureau (Bull. p. 19) eine Erbreiterung der Holzvorsprungcambien nach den Furchen zu vor, wodurch die Bastplatten von den successiven Holzstufen abwechselnd eingeschnürt werden und an diesen Stellen nicht mehr nach aussen sich vorschieben können.

Die verschiedene Ausprägung des Bignonieen-Typus lässt sich in Verbindung mit anderen anatomischen Charakteren der Rinde, der Borke etc. und unter Berücksichtigung der beiden anderen Dickenwachsthumsanomalien (successive Zuwachszonen und Zerklüftung) zu systematischen Zwecken verwerthen.

Bureau giebt in seiner Monographie (p. 120 ff.) die Beschreibung einer Anzahl von Bignonieenstämmen und hat dann später (Bull. p. 17) eine Bestimmungstabelle der Bignonieengattungen auf Grund anatomischer Merkmale aufgestellt, die von De Bary (p. 589 ff.) wiedergegeben ist. Diese Tabelle kann natürlich nur als ein vorläufiger Versuch angesehen werden, da ja nur von einem Bruchtheil der Arten sicher bestimmte Stämme in unseren Sammlungen zur Verfügung stehen und sehr dicke alte Stämme oft ein anderes Aussehen erreichen als jüngere. Die zwischen die 4 primären Bastplatten eingeschalteten secundären Platten z. B. entstehen in manchen Stämmen sehr spät. Auch die Stufenbildung in den Furchen entsteht früher oder später, und daher mag bei Benutzung von vollständigerem Material die Anordnung der Gattungen in der Tabelle später ein anderes Gesicht gewinnen. Leider konnte ich von meiner reichhaltigen Sammlung von Stämmen nur einen kleinen Theil bestimmen, da mir im Berliner Herbar nur wenig sicher bestimmtes Vergleichsmaterial zu Gebote stand.

Bureau unterscheidet folgende Hauptgruppen:

1. Stämme mit nur 4 Bastplatten.

a) Mit überall gleichbreiten Bastplatten:

Arrabidaea, Paragonia, ferner Callichlamys zugleich mit secundären Zuwachszonen in der Rinde in älteren Stämmen.

In diese Gruppe gehören die Stämme Fig. 142 von Arrabidaea conjugata Martius, ferner Fig. 143, 144, 145, 146 Taf. XI.

b) Bastplatten nach aussen stufenförmig erbreitert:

Petastoma, Stizophyllum, Cuspidaria, Tynanthus, Friedericia, Tanaecium, Adenocalymma, Pleonotoma.

Hierher die Stämme Fig. 149 von Cuspidaria pterocarpa DC., ferner Fig. 147, 148, 150, 151, 152 Taf. XI.

Tynanthus elegans (Fig. 153) zeichnet sich in sehr alten Stämmen durch secundäre Bastplatten aus und ist daher zur 2. Hauptgruppe zu rechnen.

c) Bastplatten durch tangentiale Verbreiterung der Holzzonen theilweise eingeschnürt und zerdrückt:

Pithecoctenium.

Hierher Pithecoctenium phaseoloides (Cham. sub Bign.), siehe Fig. 158 Taf. XI. Wahrscheinlich gehört die Gattung der folgenden Hauptgruppe an.

2. Stämme mit successive 4, 8, 16, 32 etc. Bastplatten.

Phryganocydia, Cydista, Pyrostegia, Clytostoma, Anemopaegma, Lundia, Amphilophium. Ferner Distictis, Haplolophium, Glaziovia, die später auch secundäre Zuwachszonen in der Rinde erzeugen. Endlich Anisostichus, Melloa, Bignonia mit späterer Zerklüftung des Holzes.

Hierher von meinen Figuren folgende: Fig. 153, Tynanthus elegans Miers.; Fig. 154, Clytostoma callistegioides Bur.; ferner Fig. 155, 156, 157 Taf. XI.

Cydista aequinoctialis ist von P. Schulz (Flora 1884 p. 198) genauer untersucht.

Phryganocydia (= Macfadyena) corymbosa, unter dem Namen Spathodea corymbosa von Crüger (p. 105) dargestellt.

---

2. Bignonieen mit secundär in der Rinde entstehenden Zuwachszonen (Fig. 159 Taf. XI).

Die hierher gehörigen Stämme wachsen in den ersten Jahren nach dem Haupttypus unter Furchenbildung in die Dicke, und dann werden in der secundären Rinde neue Holzbaststränge oder Ringe angelegt, welche das Cambium des centralen Holzkörpers, sobald sie zu einer geschlossenen Zone sich vereinigen, zum Stillstand seiner Thätigkeit bringen. Nach Bureau (Bull. p. 17 ff.) sind zunächst hierher zu rechnen:

a) Callichlamys Miq., mit 4 gleichbreiten Furchen des centralen Holzkörpers. Die spätere Holzringbildung in der Rinde ist einseitig und führt zu einer unregelmässigen Gestaltung des Stammes. Sie soll nach Solereder (p. 196) an die Menispermaceen erinnern.
b) Haplolophium Cham.,
c) Glaziovia Bur., beide mit successive 4, 8, 16 etc. Bastplatten im centralen Holzkörper, mit concentrischen Holzringen in der secundären Rinde.

Nachträgliche Zerklüftung kommt bei den 3 Gattungen nicht vor.

Zur Verfügung stehen mir von dieser Gruppe nur einige Stammproben der von Fritz Müller in Sa. Catharina gesammelten und (Bot. Ztg. 1866 p. 66, Taf. III Fig. 18) abgebildeten Haplolophium-Art. Fig. 159a u. b Taf. XI geben 2 verschiedene Querschnitte desselben Stammes wieder. Der centrale Holzkörper zeigt die schon oben erwähnte eigenthümliche Einschliessung der sehr schmalen Bastplatten ins Holz. Die neugebildeten peripherischen Holzbastmassen bilden hier mehr oder weniger vollständige Ringe, die durch breite Parenchymstrahlen hier und dort getrennt sind. Das Querschnittsbild wechselt sehr, weil das Wachsthum sich nicht überall gleichmässig vollzieht. Die Ringe werden nicht in der ganzen Peripherie auf einmal angelegt, sondern erst entstehen einzelne Holzbaststränge und nach und nach schliessen diese unter seitlicher Erbreiterung zu einer Zone zusammen. Soweit ich an dem trockenen Material ersehen kann, ist der Ort der Cambiumneubildung in den äusseren Schichten der secundären Rinde, im Phloëm zu suchen. Es sind somit Phloëmparenchymzellen die Mutterzellen der Cambien. Hier und dort finden Anastomosen statt zwischen 2 Holzzonen, so in Fig. 159a Taf. XI zwischen der secundären Zone und dem centralen Holzkörper.

Nachträglich im secundären Phloëm entstehende Holzbündel kommen ferner, soweit aus den Angaben von Jussieu (Monogr. des Malpigh. p. 119) und Bureau (Bull. p. 19 und Monogr. p. 141) hervorgeht, auch bei Anisostichus capreolata Bur. vor, welche sich ausserdem durch nachträgliche Zerklüftung auszeichnet (s. u.). Ferner giebt Bureau (Bull. p. 19) von Distictis Mart. an, dass zuweilen in der Rinde sich Holzbündel den Furchen gegenüber bilden.

Van Tieghem (Traité de bot. 2. éd. p. 830) rechnet Haplolophium, Glaziovia und Callichlamys zu den Lianen mit Bildung der successiven Holzbastringe aus dem Pericykel, welcher mir indessen bei den Bignonieen keine nachträglichen Veränderungen zu erleiden scheint.

3. Bignonieen mit zerklüftetem Holzkörper (Fig. 160—164 Taf. XI u. XII).

Ebenfalls nur bei einer beschränkten Anzahl von Arten der Bignonieae tritt ähnlich wie bei gewissen Malpighiaceen (Tetrapteris), aber doch mit Unterschieden im Einzelnen eine nachträgliche Zerklüftung des anfangs nach dem Haupttypus sich verdickenden Holzkörpers durch Dilatation und Zellvermehrung des Markes und der parenchymatischen Elemente des Holzkörpers auf, wodurch die von den tief eingreifenden Bastfurchen seitlich begrenzten Holzsegmente zunächst innen von einander entfernt und unter weiterer Verdickung und fortschreitender Zerklüftung sehr complicirte Structuren geschaffen werden.

Nach Bureau's Liste (Bull. p. 19) gehören hierher:

a) Anisostichus Bur. (die hierher gehörige nordamerikanische Art wird von Bentham und Hooker in den Gen. pl. wieder zu der grossen Gattung Bignonia L. als B. capreolata L. gestellt);
b) Melloa Bur. (mit 1—2 brasil. Arten);
c) Bignonia Bur. (Hierher B. unguis L. und verwandte Arten. Von Bentham und Hooker wird Bureau's Gattung Bignonia wieder zu der Linné'schen in grösserem Umfang gezogen. Anisostichus Bur. und Bignonia Bur. bilden die Gattung Doxantha Miers.)

Im Ganzen mögen also höchstens $^1/_2$ Dutzend Arten die obige Anomalie, in welcher der Bignonieenstamm den Höhepunkt seiner Entwicklung erreicht, zeigen.

In der Litteratur finden sich Angaben über das Verhalten der Stämme von

Anisostichus capreolata L. bei Jussieu (Monogr. p. 119), Bureau (Bull. p. 16, 19; — Monogr. p. 138), De Bary (p. 619);

Bignonia unguis L. bei Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 108), De Bary (p. 619), Bureau (Monogr. p. 142), Hovelacque (Rech. p. 69);

Bignonia spec. von Sa. Catharina bei Fr. Müller (Bot. Ztg. 1866 p. 66).

Das von mir in Brasilien gesammelte Material umfasst Stämme von Bignonia unguis L. (Fig. 164 Taf. XII) von Rio und 6 verschiedenaltrige Stämme aus Sa. Catharina. Ein Theil der letzteren gehört zu einer wahrscheinlich neuen Art von Bignonia, welche in der Rankenbildung ganz mit B. unguis übereinstimmt, sich aber durch Behaarung der Blätter unterscheidet. Leider fehlen mir Blüthen zur

näheren Bestimmung und Beschreibung. Der Kürze halber soll diese bei Blumenau häufige Art als Bignonia catharinensis[1]) hier bezeichnet werden (Fig. 162, 163 Taf. XII). Wahrscheinlich gehören zu dieser Art auch die übrigen in Sa. Catharina gesammelten Stämme, so die in Fig. 160 Taf. XI abgebildete ältere Liane von Blumenau.

Bei allen diesen Formen werden im jungen Stengel die um das Mark stehenden primären Gefässbündel zunächst durch einen schmalen axialen Holzring verbunden, und dann treten im periaxialen Holz frühzeitig 4 Furchen auf, die sich im weiteren Dickenwachsthum treppenartig verbreitern, während bald auch zwischen den 4 primären Furchen secundäre sich ebenso verhaltende hinzukommen. Die Zerklüftung tritt früher oder später auf.

Von Bignonia catharinensis (Fig. 162, 163 Taf. XII) untersuchte ich einen erst 8 mm dicken jungen Stamm, in welchem die Zerklüftung schon ziemlich weit vorgeschritten war. Wie Fig. 162 b Taf. XII zeigt, geht sie hier vom Centrum des Stammes aus, indem von den 4 primären Furchen aus Dilatationsstreifen durch den schmalen axialen Holzring sich in das Mark fortsetzen und hier sich kreuzen. Entweder rückt die Dilatation von beiden Grenzmarkstrahlen der primären Furchen aus nach dem Centrum vor (bei 3 in Fig. 162 b Taf. XII) oder nur von einem derselben, oder der axiale Holzring wird an mehreren Stellen an der Innenseite der Furche auseinander gesprengt (bei 1, 2, 4 in Fig. 162 b Taf. XII). Es findet auf diesen Dilatationstreifen eine starke Zellvermehrung des dünnwandigen Parenchyms statt. Die schon differenzirten Zellen des Markes, der Markstrahlen, oder des Holzparenchyms, sogar auch die Holzfasern gehen unter Streckung und Theilung in theilungsfähiges dünnwandiges Parenchym über. Infolge dieser Vorgänge werden die durch die 4 primären Bastplatten seitlich begrenzten 4 Holzsegmente, die in dem vorliegenden dünnen Stamm durch secundäre Bastplatten bereits tief gefurcht sind, an den Innenkanten zugleich mit den angrenzenden noch unverändert gebliebenen Markabschnitten auseinander geschoben und kleine Stränge des axialen Holzes abgesprengt. Das durch die Dilatation in mehrere Gruppen zersprengte Mark ist in der Figur dunkel schraffirt. Bei 3 sieht man einen isolirten Strang unveränderter Markzellen mitten im Trennungsparenchym erhalten geblieben. Gleichzeitig werden auch die Cambien der 4 primären Bastplatten etwas tangential gedehnt und verbreitern sich durch Theilung.

---

[1]) cf. Beiträge zur Biologie der Lianen p. 191 und Taf. II Fig. 12.

Sie fahren fort nach aussen zu Weichbast mit Faserzonen abzuscheiden, nach innen zu Holzelemente an die mit ihnen in Contact stehenden Stücke des axialen Holzes anzulagern. Auch an den kleineren von letzterem abgesprengten Bündelchen beginnen die aussen an demselben erhalten gebliebenen Cambiumstreifen ihr Dickenwachsthum, und so entstehen im Innern der Stämme keilförmig nach aussen zu etwas verbreiterte Holzstränge, die von zugehörigen Weichbaststrängen an einer Seite begleitet werden (Fig. 162 a Tafel XII).

Die Zerklüftung schreitet nun immer weiter, indem die 4 grösseren Holzsegmente auch in den tief eingreifenden secundären, tertiären Bastplatten auseinander gesprengt werden, indem gleichzeitig auch an den Seitenflächen der Furchen die stufenartig vorspringenden Holzkeile durch Dilatation der lebendigen Elemente losgesprengt werden. Dabei wachsen die Holzsegmente, deren wir in Fig. 162 8 grössere zählen, aussen an der Peripherie nach dem Haupttypus weiter.

Wie die Dilatation im Einzelnen vor sich geht, erhellt aus den Figuren 162 c—f Taf. XII. Fig. 162 c zeigt uns gedehnte und in Theilung übergegangene Zellen eines Grenzmarkstrahles im Holze, links ein grosses Gefäss. Es sind getüpfelte, radial langgestreckte Markstrahlzellen, die wieder in ein jugendliches Stadium eintreten. In Fig. 162 d u. e Taf. XII sieht man kleine Holzstränge losgelöst durch Streckung und Theilung von Holzfasern und Holzparenchym in der Querrichtung des Stammes. In Fig. 162 d sind beispielsweise die bei df liegenden dünnwandigen Dilatationszellen aus den Holzfasern hervorgegangen, ebenso die den kleinen Strang in Fig. 162 e Taf. XII umgebenden Zellen, und Fig. 162 f Taf. XII stellt einen tangentialen Längsschnitt dar, in dem die Zellen links ebenfalls auf Holzfasern zurückzuführen sind. Die letzteren sind nur mässig verdickt, führen Inhalt und sind quer gefächert. Beim Uebergang in Dilatationsparenchym wird die Verdickungsschicht aufgelöst oder durch chemische Einflüsse dehnbar gemacht. Die Fasern theilen sich noch einige Male quer und die Tochterzellen strecken sich dann in querer Richtung und gehen in Theilung durch Längswände über.

Es entsteht die Frage: Wodurch werden die nachträglichen Dilatationen hier veranlasst? Kommen sie zu Stande als autonome Wachsthumsvorgänge auf gewissen Längsstreifen, oder wirken innere Spannungen im Holzkörper als Reiz? Die anatomische Untersuchung giebt keine sichere Lösung dieser Frage. Ich halte indessen die letztere Annahme für wahrscheinlich. Die Furchen der vorliegenden Stämme zeichnen sich nämlich durch Stufenbildung aus und werden

durch seitliche Erbreiterung der Holzvorsprünge abwechselnd eingeengt. Es hat dies zur Folge, dass die ältesten Theile der innersten Bastplatten jeder Furche, wie in Fig. 162 b Taf. XII angedeutet ist, nach aussen zu zusammengedrückt und schliesslich nicht mehr vorgeschoben werden, sie nehmen geschlängelten oder unregelmässigen Verlauf an, da am Grunde der Furche und an den Holzstufen fortgesetzt neuer activer Weichbast abgeschieden wird. Die Annahme liegt nahe, dass die fortgesetzte Erneuerung der Bastplatten zu einem Druck auf die benachbarten festen Holzmassen, zu tangentialen und radialen Spannungen führt, welche als Reiz für die Dilatation auf Linien geringeren Widerstandes (Markstrahlzellen, Markzellen) zunächst in Betracht kommen mögen. Ist die Dilatation einmal im Gange, dann treten fortgesetzt Spannungen im Innern nach allen Richtungen im Holzkörper auf, die immer wieder als neue Reize einwirken können. Bei den Malpighiaceen (Tetrapteris) könnte ebenfalls die nachträgliche Zerklüftung auf Thätigkeit der Furchencambien zurückzuführen sein, während in anderen Fällen, z. B. Urvillea unter den Sapindaceen, die Zerklüftung entschieden auf autonomen inneren Wachsthumsvorgängen beruht.

Die Lage und Richtung der Dilatationsstreifen ist bei Bignonia catharinensis nicht in allen Stämmen gleich. Es kommen Modificationen vor, auch in dem Grade der Zerklüftung, der Grösse der Hauptholzsegmente, dem Verhältniss von Holz zu weichem Gewebe im Stamm, so dass fast jeder Stamm ein etwas anderes Aussehen besitzt. So stellen Fig. 162 a und Fig. 163 Taf. XII zwei verschiedene Stämme obiger Art vor. Der erstere ist in viel weitgehenderem Maasse zerklüftet und seine Holzsegmente gefurcht als der letztere, obwohl er geringeren Durchmesser besitzt. Die betreffenden Stämme sind durch die reichliche Entwicklung von Dilatationsparenchym und Weichbastmassen weichholzig, lassen sich leicht durchschneiden. Höchst wahrscheinlich gehört zu B. catharinensis auch der in Fig. 160 Taf. XI abgebildete, leider ohne Blätter gesammelte Lianenstamm von Blumenau; derselbe ist, obwohl ca. 8 cm dick, nicht so reich zerklüftet als die obigen.

Sowohl die letztgenannte Liane (Fig. 160 Taf. XI) als auch der Stamm Fig. 163 Taf. XII ist dadurch ausgezeichnet, dass die Zerklüftung (vielleicht nur zufällig?) sich nicht auf das Mark und das axiale Holz erstreckt hat. Beides ist im Centrum intact erhalten, aber von den übrigen Gewebemassen losgesprengt. In beiden Stämmen sieht man um das Centrum herum 4 grössere und zahlreiche kleinere Holzstränge mit Siebtheilen in dem Dilatationsparenchym verlaufen. Die

Zerklüftung hat sich hier zunächst auf den Grenzmarkstrahlen der 4 primären Bastplatten und in der Peripherie des axialen Holzes vollzogen, wodurch 4 Holzstränge in Verbindung mit den 4 primären Bastplatten losgelöst wurden, die nun mit ihren Cambien sich zu den 4 nach aussen breiter werdenden, im Querschnitt dreieckigen grösseren Strängen verdickten. Die kleineren Stränge sind zum Theil in gleicher Weise auf Zerklüftung des Holzes im Anschluss an die 4 secundären Bastplatten zurückzuführen, zum Theil haben sie sich von den Innenwinkeln der 8 grösseren von den 4 primären und 4 secundären Bastplatten seitlich begrenzten Holzsegmente losgelöst. An den Seitenwänden der 8 grösseren Holzsegmente, die sich dichotomisch nach aussen zu infolge der Furchung gabeln, haben sich, von innen nach aussen fortschreitend, zahlreiche Holzstufen unter radialer und tangentialer Zerklüftung losgelöst oder stehen im Begriff es zu thun. Fig. 161 Tafel XII stellt den äussern Theil einer der 8 Hauptfurchen des Stammes Fig. 160 dar und zeigt, wie die einzelnen Holzstufencambien beim Dickenwachsthum sich erbreitern, radial und auch tangential in einzelne Stücke sich zerspalten, von denen die einen sich stärker entwickeln als die anderen. Alle die so entstehenden zahlreichen Cambiumstreifen, die nach aussen Phloëm, nach innen Holz abscheiden, scheinen ihren Ursprung in letzter Linie auf das primäre Aussencambium zurückzuführen, von dem sie sich bei der Furchen- und Stufenbildung ableiten.

Trotz der Complication des Dickenwachsthums durch die Zerklüftungsvorgänge sehen wir hier einen wesentlichen Charakter der Bignonieenstämme beibehalten, nämlich die Verdickung der Holzbastkörper mit Hülfe schmaler Cambiumstreifen, und darin ist ein wichtiger Unterschied gegeben zu den Stämmen der übrigen Lianen mit nachträglicher Zerklüftung, in denen sich die einzelnen Holzsegmente mehr oder weniger allseitig mit zusammenhängenden Cambien umgeben.

Soweit ich aus meinen Schnitten folgern kann, entstehen bei Bignonia catharinensis und B. unguis neue Holzstränge nie frei im Dilatationsparenchym, sondern stets durch Ablösung von den schon vorhandenen Holzkörpern, und die thätigen Cambien nehmen ihren Ursprung von den Furchen- und Stufencambien.

Von Bignonia unguis L., einer im tropischen Amerika sehr verbreiteten Liane, sammelte ich Stämme bei Rio. Fig. 164 a, b, c Taf. XII illustriren das Verhalten dieser Art, die sich im Wesentlichen an vorige anschliesst. Das axiale Holz ist hier breiter und der

ganze Stamm fester gebaut. Fig. 164a giebt den Querschnitt durch einen jungen Stamm, in welchem die Dilatationsstreifen auf 3 Grenzmarkstrahlen der 4 primären Bastfurchen angelegt sind. Fig. 164b zeigt einen dickeren älteren Stamm mit 10 auseinander gesprengten grösseren Holzsegmenten, welche nach innen zu zahlreiche kleine Stränge umschliessen. Fig. 164c giebt den innersten Theil dieses Stammes bei stärkerer Vergrösserung wieder. Der axiale Holzring erscheint hier in der Verlängerung von 5 der 8 Grenzmarkstrahlen der 4 primären Bastplatten gesprengt und das Mark (punktirt angedeutet) dadurch in 3 Stücke zerlegt. Ferner sieht man, wie von den inneren Theilen der grösseren Holzsegmente überall durch radiale und tangentiale Dilatationsstreifen die Holzbündel sich loslösen. Die Streifen gehen zum Theil hervor aus Zonen dünnwandigen Holzparenchyms, welches in dem Holze beim Dickenwachsthum schon gleich angelegt wurde und die Dilatation erleichtert. Aber auch fertig differenzirte Elemente betheiligen sich an letzterer. Die Bastmassen sind in der Figur dunkel gehalten, die Querlinien bedeuten die Querlagen von Bastfasern. Die Abbildung illustrirt das Verhalten der Furchen- und Stufencambien bei der Zerklüftung. Ueberall sehen wir dieselben ihre normale Thätigkeit fortsetzen und Holz nach innen, Bast nach aussen abscheiden, sie erbreitern sich wohl an ihren zugehörigen Holzsegmenten nach aussen zu, wenn Raum genug in dem Dilatationsparenchym vorhanden ist, greifen aber nicht rings um ihr Holz herum, wie es bei den Malpighiaceen geschieht; der wesentlichste Charakter der Bignonieenstämme, das Dickenwachsthum auf getrennten Cambiumlängsstreifen, wird auf diese Weise beibehalten.

Zum Schluss noch einige Bemerkungen über die oben citirten Abhandlungen. Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 108) hat die Zerklüftung von B. unguis zuerst beschrieben und Abbildungen gegeben, die indessen ungenau sind. Eine eigenthümliche Vorstellung äussert er über die Herkunft des Dilatationsparenchyms. Er lässt es in den Spalten der Grenzmarkstrahlen entstehen und von hier aus durch die Verlängerung derselben im Holze bis in das Mark thätig vordringen und so die Holz-, Bast- und Marktheile auseinander drängen, eine ähnliche Vorstellung, wie sie schon früher von Jussieu (Monogr. des Malp. p. 119) für Bignonia capreolata ausgesprochen wurde, bei welcher (wie auch bei gewissen Malpighiaceen) die vorspringende und eindringende Rindensubstanz den Holzkörper in Lappen theilen soll. Mettenius (Linnaea 1846 p. 577) hält die Ansicht von Jussieu nicht für richtig, giebt aber dafür eine andere ebenfalls unrichtige Erklärung; er meint,

dass die Stämme an verschiedenen Stellen von Anfang an eine verschiedene Ausbildung des Holzkörpers erreichen können, und dass an den Stellen, welche im alten Stamm mit Rindensubstanz ausgefüllt seien, in jüngeren Jahren kein Holz gewesen sein könne. Crüger wendet sich (p. 109) daher von seinem Standpunkt aus mit Recht gegen Mettenius, dem die verschiedenen Entwicklungsstadien zur Entscheidung fehlten.

Bureau giebt in seiner Monographie eine Beschreibung der Stämme von B. capreolata und B. unguis, ohne indessen die eigenthümlichen Vorgänge genauer beobachtet zu haben, denn er hält (p. 143) es noch für wahrscheinlich, dass die fächerförmigen Holzsegmente getrennt werden durch „un tissu cellulaire de nouvelle formation, semblable à celui de la couche herbacée et en tirant probablement son origine".

Fr. Müller giebt (Bot. Ztg. 1866 p. 96, Taf. III Fig. 17) von einer hierher gehörigen südbrasilischen Bignonia, die vielleicht mit B. catharinensis identisch ist, eine kurze Beschreibung, hatte aber keine älteren Stämme zur Verfügung, sondern nur einen solchen (Fig. 17 b), in dem die Zerklüftung durch Bildung von 4 Parenchymstreifen soeben beginnt.

Erst bei De Bary (p. 619) finden wir genauere Angaben über den Vorgang der Zerklüftung bei B. capreolata L. Nicht gültig für die Bignonieen ist indessen seine Angabe (p. 620), dass die getrennten Holzabschnitte ihrerseits nach allen Seiten in die Dicke weiter wachsen. Es findet immer nur Dickenwachsthum auf getrennten Cambiumstreifen statt.

Endlich hat M. Hovelacque in seinen Recherches (p. 69 ff.) die Zerklüftung bei Bign. unguis berücksichtigt. Nach ihm soll (p. 79) die Zerklüftung in Stämmen von 4—7 Jahren (cf. seine Fig. 52, 53) beginnen. Die Entstehung der tissus secondaires tardifs, sowie die Lossprengung der inneren Holztheile ist richtig angegeben. Indessen finde ich, dass seine Fig. 54, 55, 56 wenig naturgetreu sein können, und seine Angaben über das weitere Verhalten älterer Stämme (p. 84) sind mir zum Theil unverständlich geblieben, zum Theil, was nämlich die nachträgliche Entstehung neuer Bündel anbelangt, halte ich sie nicht für richtig.

Anisostichus capreolata Bur. verhält sich, soviel ich aus den Angaben von Jussieu, Bureau und De Bary entnehmen kann, in einigen Punkten etwas anders als die Stämme von Bignonia Bur. Wie aus der Abbildung eines alten Stammes bei De Bary (p. 619) schon hervorgeht, schliesst sich die Zerklüftung im Innern

und auch auf den Seitenflächen der tief einspringenden Hauptfurchen den beschriebenen Vorgängen an. Die durch die 4 oder 8 ersten tiefsten Bastfurchen getrennten Hauptsegmente des Holzes werden an ihrer Peripherie durch tiefe und sehr schmale, in grosser Zahl gebildete, somit nur schmale Holzplatten zwischen sich lassende Bastplatten eingeschnitten, wodurch der Querschnitt ein anderes Bild darbietet als wie bei B. unguis u. a., wo die späteren Holz- und Bastplatten breiter sind, alle durch mehr oder weniger regelmässige Stufenbildung sich auszeichnen.

Anfangs ist aber der junge Stamm ganz regelmässig nach dem Haupttypus gebaut. 10—12 mm dicke Stämme haben 4 regelmässige Bastplatten, an 15—20 mm dicken Stämmen wird der Rand der 4 Hauptsegmente schon gezähnelt. Die Zerklüftung tritt noch später ein.

In älteren Stämmen tritt noch eine Besonderheit zu der Zerklüftung hinzu. Es entstehen neue Holzbaststränge aus Cambien, die in der secundären Rinde, in der äusseren Parthie des Phloëms aus Phloëmparenchym ihren Ursprung nehmen.

Jussieu (l. c. p. 119) hat sie zuerst beobachtet in einem 4 cm dicken Stamm, in dem er weit ausserhalb des centralen Holzkörpers mitten im Bast eine concentrische Reihe von kleineren, fast cylindrischen Holzsträngen verlaufen sah. Diese Bündel wachsen in die Dicke und zeigen ebenso wie das centrale Holz regelmässige Jahresringbildung. Wenn man durch Abschaben der Rinde den Verlauf dieser Bündel verfolgt, sieht man, dass sie vom centralen Holzkörper ausgehen, eine Strecke durch die Rinde verlaufen und weiter oben sich wieder mit ersterer vereinigen und unter sich auch Anastomosen eingehen.

Bureau (Monogr. p. 141) hat diese secundären Bündel schon an einem 3 cm dicken Stamm mit 19 Jahresringen bemerkt, wo sie im Bast als isolirt und unregelmässig zerstreute, fächerförmig oder kreisrund auf dem Querschnitt erscheinende Stränge, auftreten und zwar in sehr verschiedenen Grössen und Altersstadien. Sie verdicken sich erst nur nach einer Seite hin fächerförmig, nehmen dann allmählig abgerundete Form an und sind dann ringsum von zugehörigem Bast umgeben. Die Zerklüftung des centralen Holzes sah Bureau an einem 4 cm dicken Stamm erst eintreten. Sie erfolgt also hier weit später als bei Bignonia unguis.

4. Tecomeen: Tecoma.

Das vielfach beschriebene, zuerst von Sanio (Bot. Ztg. 1864 p. 61 u. 1864 p. 228) aufgefundene Verhalten des Stammes von Tecoma radicans ist ein ganz exceptionelles unter den Bignonia-

ceen (cf. De Bary p. 597; Weiss, Bot. Ctrbl. XV p. 293; Hérail p. 281; Hovelacque, Recherch. p. 146).

In dem älteren Stamm haben wir zunächst einen normalen Holz- und Bastkörper. An der Innenseite des ersteren sind 2 nachträglich in der Markperipherie entstandene bogenförmige, einander gegenüberstehende Cambienstreifen zu bemerken, welche nach aussen je eine schmale Zone Holz, nach innen dagegen eine Zone Weichbast erzeugt haben. Die beiden Holzzonen sind von dem normalen Holzring durch 2 oder 3 Lagen sklerificirtes Grundgewebe getrennt. Nachdem das Dickenwachsthum dieser beiden Cambien einige Jahre angedauert hat, stellen diese ihre Thätigkeit ein. Das Mark erscheint durch die beiden Bastzonen mehr und mehr comprimirt und stellt schliesslich nur noch eine lineale abgeflachte Region zerquetschter Zellen vor. Nachträgliche Zerklüftung des normalen Holzkörpers findet hier nicht statt, vielleicht weil der letztere zu fest gefügt ist, um etwaigen inneren Spannungen nach zu geben. Dass aber unter Umständen nachträgliche Cambiumbildung und Thätigkeit im Marke zu Zerklüftung des Holzes beitragen kann, sehen wir an dem Beispiel von Mendozia unter den Acanthaceen, und es ist recht wohl vorstellbar, wie eine solche Eigenthümlichkeit der anatomischen Structur, wie sie Tecoma bietet, unter Umständen als Ausgang für die Weiterentwicklung zu typischer Lianenstructur, zur Kabelform, benutzt werden kann.

Sehr junge Stämme sind noch ganz normal. Nach Hérail entstehen zuerst in der Peripherie des Markes secundäre kleine isolirte Siebbündelchen an beliebigen Stellen in zwei opponirten Regionen in der Ebene der Blattmedianen; sodann bilden sich aus dem Parenchym, das das primäre Holz von diesen Siebbündelchen trennt, die beiden Cambiumstreifen, die nun an der Innenseite weiteren Weichbast und später nach aussen zu die schmale Holzzone erzeugen.

Nach Weiss (p. 322) sollen die markständigen Stränge die directe Fortsetzung der mittleren Bündel der Blattspuren sein, die nach abwärts erst in dem peripherischen Kreis durch 2 Internodien verlaufen und an der Basis des zweitunteren Internodiums in das Mark einbiegen, in demselben auch noch durch wenigstens 2 Internodien sich fortsetzen, ehe sie sich mit ihren Enden an die seitlich von ihnen gelegenen, in einen tieferen Knoten eingetretenen Bündel ansetzen. Hérail und Hovelacque bestreiten indessen die Richtigkeit des Weiss'schen Befundes, da die Differenzirung der Bündel erst relativ spät eintritt, wenn die Blattspuren schon längst ausgebildet sind, ein Einwurf, der an und für sich nicht stichhaltig ist.

Gleiches Verhalten fand Hovelacque (Rech. p. 184) auch im Stamm von Tecoma (Campsis) adrepens, während nach Solereder (p. 196) Tecoma capensis ganz normal ist.

Als Anpassung an kletternde Lebensweise die Anomalie von T. radicans aufzufassen, liegt kein Grund vor. Sie ist eine Besonderheit der betreffenden Arten, wie sie unter den Phytocreneen nach Robinson auch bei Jodes tomentella vorkommt, während die nahe verwandte Jodes ovalis keinen inneren Weichbast aufweist. Schwendener (Mech. Prinzip p. 156) und ebenso Haberlandt (p. 383) erblicken in der Holzproduction des inneren Cambiums einen deutlichen Ausdruck der centripetalen Tendenz des Stereoms in zugfesten Organen! Von einer solchen Tendenz lässt sich aber gerade in den hochorganisirten Lianenstämmen der Bignonieen, mit denen Tecoma radicans sich gar nicht messen kann, auch nicht die geringste Spur erkennen.

Bei Tecoma (Pandorea) jasminoides fand Hovelacque (p. 139, Fig. 85) den Beginn einer Furchenbildung, aber erst an 3 Jahre alten Stämmen. Abweichend von dem Verhalten der Bignonieen haben aber hier die 4 übers Kreuz stehenden Furchen eine andere Anordnung. Sie verlaufen nämlich in den 4 Blattorthostichen. 2 Furchen sind an dem abgebildeten Stamm nur ganz seicht, die beiden anderen etwas tiefer mit abgerundeten Kanten. Es verdient noch näherer Untersuchung, ob die Furchenbildung in höherem Alter deutlicher wird und sich complicirt. Bei Tecoma (Pandorea) australis sind nach Hovelacque an einjährigen Stämmen noch keine Furchen vorhanden. Innerer Weichbast bezw. innere Cambien fehlen bei den Arten.

Die übrigen kletternden Tecomeen sind bis jetzt noch nicht untersucht.

§ 55.

Acanthaceae.

Von den kletternden Arten dieser Familie zeichnen sich die windenden Thunbergieen durch sehr bemerkenswerthe Abweichungen des Dickenwachsthums aus.

Es sei hier zunächst eine Darstellung des Verhaltens einer der in Südbrasilien häufigsten Lianen, der Mendozia Velloziana Mart., gegeben und im Anschluss daran auf die übrigen in der Litteratur angeführten Formen hingewiesen.

Mendozia Velloziana hat in älteren Stämmen (Fig. 167, 168 Taf. XII) eine sehr ausgeprägte Lianenstructur, die durch die Einbettung isolirter Holzstränge in weiches Gewebe zu einer grossen Biegsamkeit und Torsionsfähigkeit führt.

Der junge Stamm (Fig. 165 Taf. XII) hat normalen Bau und zeigt auf dem Querschnitt im Centrum ein sehr grosses Mark. Die primären Vasaltheile werden durch einen sehr schmalen Ring von englumigem axialen Holz verbunden, an das sich nun das periaxiale, mit weiten Gefässen versehene anlagert. An 4 über Kreuz stehenden Stellen werden in dem schmalen Holzring keine Gefässe ausgebildet. Die Phloëmzone wird aussen gegen die schmale Rinde durch einen einschichtigen Ring von isolirten, mit Steinzellen abwechselnden Sklerenchymfasern abgegrenzt, die zum Pericykel zu rechnen sind.

Die normale Structur macht aber bald bei dem weiteren Dickenwachsthum abweichenden Verhältnissen Platz.

Zunächst wird an der Innenseite des geschlossenen Xylemringes aus den angrenzenden Markzellen durch Theilung derselben ein neues Cambium erzeugt, erst an einzelnen Stellen, dann von diesen fortschreitend rings um das Mark herum. In Fig. 170 Taf. XII ist die Entstehung dieses Cambiums an der Innengrenze eines primären Vasaltheils dargestellt. An einer Stelle zeigt die Abbildung bereits das Auftreten von neu entstandenen Siebröhren. Das Cambium tritt nun in Thätigkeit, und wahrscheinlich damit im Zusammenhang findet eine Zerklüftung des geschlossenen Xylemringes zunächst auf 4 radialen Streifen statt, die durch die 4 gefässlosen Stellen desselben hindurchgehen. Damit ist das anomale Dickenwachsthum eingeleitet. Fig. 166 Taf. XII stellt bereits ein vorgeschritteneres Stadium dar; Zwischenglieder fehlen mir in meinem Material. Es lässt sich aber aus diesem Stadium ohne weiteres der Hergang folgern. Der primäre Holzring erscheint in 4 nach den Kanten des abgerundet 4kantigen Internodiums zu gerichtete Stücke gesprengt (in Fig. 166 mit Schwarz bezeichnet). Das periaxiale Aussenholz erscheint im Zusammenhang mit diesen 4 Ringstücken als 4 nach aussen und auch nach den Seiten hin stärker entwickelte Massen, deren Contour ein unregelmässiger ist, indem sie mit einspringenden Bastfurchen versehen werden. Diese 4 Holzstränge umgeben sich allseitig mit Cambium, verdicken sich mit demselben und erhalten an den Seiten und auch im Innern zugehörige Siebzonen.

Im Innern der 4 auseinander gesprengten Holzstränge sehen wir in einiger Entfernung von den 4 Stücken des primären Ringes 4 neue

Holzkörper, die in den Radien der 4 äussern liegen. Dieselben sind hervorgegangen durch die Thätigkeit des in der Markperipherie entstandenen Cambiums (Fig. 170 Taf. XII) und haben sich ebenfalls ringsum mit Cambium versehen und mit einer Siebzone umgeben. Die 4 Dilatationsstreifen, auf denen die Sprengung vor sich ging, sind durch ihre hellere Färbung angedeutet, sie reichen bis zu der centralen, noch unverändert erhalten gebliebenen Parthie des Markes. Fig. 168 Taf. XII giebt nun den Querschnitt durch den dicksten beobachteten Mendoziastamm, in welchem die Zerklüftung noch weiter vorgeschritten ist. Die 4 Theilstücke des primären Ringes sind hier mit ihren anhaftenden periaxialen Holzmassen nochmals radial zerklüftet und von letzteren kleinere und grössere Stränge losgesprengt; ebenso haben die 4 inneren Holzstränge des Stammes Fig. 166 Taf. XII eine Zerklüftung in tangentialer Richtung erfahren. Alle Holzstränge umgeben sich ringsum mit Cambien und Siebzonen und wachsen für sich weiter in die Dicke mit unregelmässigen Contouren. Ferner bemerkt man in der Abbildung an 2 gegenüberliegenden Stellen in den von dem Mark ausgehenden 4 ersten Dilatationsparenchymstreifen je 1 oder 2 kleine Bündelchen, welche daselbst aus neugebildeten Cambiumsträngen hervorgegangen sind. Es findet somit ausser der Zerklüftung auch Neubildung von Strängen statt.

Fig. 167 Taf. XII ist ein etwas jüngerer Stamm, welcher nicht so regelmässig gewachsen ist wie der Stamm von Fig. 168 Taf. XII, im übrigen aber dieselben Erscheinungen zeigt. Oft sind die Stämme noch viel unregelmässiger, zumal wenn sie um eine Stütze gewunden und stark einseitig in die Dicke gewachsen sind.

Das Gewebe, in welches die zahlreichen Holzstränge eingebettet erscheinen, ist zum grössten Theile Weichbast mit eingesprengten weitlumigen Bastfasern (Fig. 171 phl. Taf. XII). Das ursprüngliche Mark wird bis auf einen kleinen Rest durch die secundären inneren Holzbündel verdrängt; es ziehen sich von demselben bis zur Rinde zwischen den 4 Bündelgruppen schmale parenchymatische Platten von Dilatationsparenchym, das aber nicht scharf gegen das Parenchym der die Bündel umgebenden Weichbastmassen abgegrenzt ist.

In welcher Weise geht die Zerklüftung des Holzes vor sich? Der primäre geschlossene Holzring wird dadurch gesprengt, dass an 4 Stellen zunächst die bereits verdickten parenchymatischen Elemente des Holzes wieder in ein Meristem übergehen; dünnwandige Trennungsstreifen sind hier nicht vorgebildet, somit müssen die bereits verdickten Elemente bei der Dehnung in tangentialer Richtung wieder dünnwandig

werden, Häufig kommt es in älteren Stämmen vor, dass nachträglich noch kleinere Stücke von dem Holzring abgesprengt werden. Einen solchen Fall stellt Fig. 169 Taf. XII dar; rechts befindet sich das losgesprengte Stück, es ist ganz in Dilatationsparenchym eingebettet. Das letztere geht hervor durch Dehnung und Theilung des Holzparenchyms und der Markstrahlzellen. Ob auch die Holzfasern sich dabei betheiligen, habe ich nicht entscheiden können, halte es aber für wahrscheinlich. In der Figur sind z. B. die an das grosse Gefäss oben links angrenzenden Holzparenchymzellen gestreckt worden. In welcher Weise die Membranen auf den Trennungsstreifen nun wieder dehnungsfähig gemacht werden, oder ob sie es schon von vornherein sind, dürfte schwer festzustellen sein.

Etwas einfacher geht die Zerklüftung in dem weitporigen periaxialen Holz vor sich. Dasselbe besteht aus weiten, bis 0,25 mm messenden Netzgefässen neben englumigen Gefässen in kleinen Gruppen, umgeben von Holzparenchym. Die Grundmasse wird von gefächerten oder ungefächerten Holzfasern gebildet. Ausserdem sind in dem Holz grössere Parthien von unverholztem zartwandigen Holzparenchym vorhanden, die von den Cambien aus zwischen die festen Holztheile in Form von unregelmässigen tangentialen, isolirten oder zusammenhängenden Bändern oder radialen Streifen eingebettet werden. Dieselben enthalten keine Siebröhren. Von diesen Parthien von Parenchym aus geht die Zerklüftung vor sich, indem auf den Trennungsstreifen diese Zellen sich strecken und theilen und die Dilatation sich nun auch durch verdickte Holzelemente fortsetzt, denn die Trennungsstreifen werden nicht vollständig vorgebildet.

Fig. 171 Taf. XII giebt den Querschnitt durch eine Stelle eines secundären Holzstranges, wo eine Spaltung in 3 Holzmassen xyl a, b, c vor sich geht. Im weiteren Verlauf des Wachsthums würde das trennende Parenchym durch Theilung sich erbreitern, und an den Grenzen der 3 Holzstränge würden Cambien entstehen, die nun auch Weichbast nach ihrer relativen Aussenseite erzeugen.

Es ist klar, dass bei diesem eigenthümlichen Dickenwachsthum des Stammes mancherlei Spannungen in dem weichen Gewebe auftreten müssen, sowohl in radialer, als vorwiegend in tangentialer Richtung. Diese Spannungen werden ausgeglichen durch vermehrte Erzeugung von Dilatationsparenchym bezw. von Weichbast, sie dienen aber zugleich auch wieder zur Einleitung weiterer Zerklüftungen.

Die oben dargestellte Anomalie scheint für die ganze Gattung charakteristisch zu sein. In Nördlinger's Holzquerschnitten (Stutt-

gärt 1874, 6. Band) befindet sich ein Schnitt durch einen 2,5 cm dicken Stamm von Engelia tovarensis Krst. (= Mendozia tov.), welche ein ganz ähnliches Bild zeigt wie M. Velloziana Mart.

Zuerst beschrieben wurde der abweichende Bau von Mendozia von Radlkofer (Abh. Verein Bremen 1884 p. 428) an einem nicht näher bestimmten trockenen Stammstücke, von Regnell gesammelt. Seine Darstellung findet in dem Vorstehenden ihre Ergänzung.

In der Tribus der Thunbergieen treten nun noch weitere Anomalien auf, und zwar in den Gattungen Thunbergia und Pseudocalyx.

Nach Radlkofer's Untersuchung zeichnet sich Pseudocalyx saccatus (Abh. Bremen 1884 p. 426) aus zunächst durch Ausbildung von 4 kreuzweise gestellten, den Blattorthostichen entsprechenden Bastfurchen und erinnert dadurch an die Bignonieen, ferner durch das Auftreten eines in der Markperipherie secundär entstehenden Cambiums, das hier einen umgekehrt orientirten Ring von Phloëm und Xylem ähnlich wie bei Tecoma erzeugt. Diese Bildungen treten auch bei Mendozia auf, combiniren sich aber hier mit der nachträglichen Zerklüftung des Holzes. Auch bei Mendozia erfährt das periaxiale Holz nach 4 Seiten hin eine stärkere Entwicklung, wie aus den Figuren Taf. XII hervorgeht.

Was die Gattung Thunbergia anbetrifft, so kommt in deren Stämmen ein secundäres Cambium in der Markperipherie nicht zur Entwicklung. Die nicht schlingenden Arten sind normalwüchsig (Vesque, Ann. sc. nat. 6 sér. II p. 148; — Radlkofer, Abh. Verein Bremen 1884 p. 431). Dagegen zeichnen sich die schlingenden Formen aus der Section Hexacentris sowie Euthunbergia alata nach den Angaben von Vesque, Radlkofer und Hérail aus durch Auftreten von tangentialen Bändern von Weichbast in dem Holzkörper, welche nach den Untersuchungen Hérail's (p. 259 ff.) an Hexacentris coccinea und Thunbergia alata in ähnlicher Weise wie bei Strychnos vom Cambium aus nach aussen hin zuerst abgeschieden und dadurch in das Holz eingeschlossen werden, dass ausserhalb derselben im Pericykelparenchym neue Cambiumstreifen sich bilden, die mit dem Hauptcambium sich seitlich verbinden und nun wie dieses Holzelemente nach innen ablagern. Im Gegensatz zu diesen Angaben stehen die Ergebnisse, zu denen R. Chodat und Ch. Roulet (Arch. 1892 p. 27) bei der Untersuchung von Thunbergia laurifolia gelangt sind. Nach beiden Autoren findet die Bildung der interxylären Weichbastständer wie bei der Malpighiacee Dicella statt, sie werden vom

Cambium nach innen zwischen Querbänder von typischem Xylem abgeschieden. Der Pericykel erfährt dabei keine nachträgliche Veränderung durch Theilung. Eine Beziehung dieser normalen Vorgänge zur kletternden Lebensweise ist mir nicht recht einleuchtend. Bei den schlingenden Arten der Sectionen Euthunbergia und Meyenia kommt ausserdem nach Radlkofer (p. 430) eine ähnliche Ungleichmässigkeit in der Entwicklung des Holzringes und eine ähnliche Anordnung der 4 stärker entwickelten Parthien derselben vor wie bei Mendozia und Pseudocalyx.

Auch bei Vertretern, und zwar bei nichtkletternden aus den anderen Triben der Acanthaceen, sind hier und dort anomale Verhältnisse aufgefunden (Solereder, Holzstructur p. 199, ferner Bot. Ctrbl. Bd. L p. 227), so bei Acanthus markständige Gefässbündel ähnlich wie bei Tecoma radicans, bei gewissen Justicieen holzständige Weichbastinseln. Diese Befunde zeigen, dass in der Familie eine Tendenz für andere Formen des Dickenwachsthums vorhanden ist. Die höchste Ausbildung erfährt diese Tendenz bei Mendozia, wo die Abweichungen in directer Beziehung mit der kletternden Lebensweise sich complicirt haben dürften.

§ 56.

Verbenaceae.

Abgesehen von geflügelten oder gefurchten Stämmen sind von den kletternden Verbenaceen bis jetzt keine Anomalien bekannt geworden. Möglicherweise sind solche noch zu finden bei den ostindischen hochkletternden Lianen aus den Gattungen Premna, Holmskioldia etc.

Um so merkwürdiger ist die Thatsache, dass eine Verbenaceen-Gattung mit baumartig wachsenden Arten, die die Mangrove bewohnenden Avicennien, sich durch eine Anomalie, nämlich durch successive Bildung concentrischer Holzbastringe auszeichnet, die dem Querschnitt des Stammes ein ähnliches Bild verleiht, wie es Securidaca zeigt.

Obwohl also innerhalb der Familie Tendenz zu anderen Formen des Dickenwachsthums vorhanden ist, ist sie nicht in den lianenbildenden Genera zum Vorschein gekommen. Die Lianen sind theils Winder, meist aber einfache Spreizklimmer.

Die wiederholte Cambiumbildung im Stamm von Avicennia schliesst sich an das Verhalten der Menispermaceen an, indem hier wie dort die primäre Rinde der Sitz der Neubildung ist, nicht aber der Pericykel oder die Bastzone wie in den überwiegenden Fällen ähnlicher Structurabweichung.

Die Angaben De Bary's (p. 605) über das Dickenwachsthum von Avicennia kann ich nur bestätigen. Im jungen Stamm von Av. tomentosa Jacq. haben wir einen geschlossenen, festgefügten schmalen Holzring, welcher aussen von einem sehr schmalen Weichbastring umgeben wird, in welchem zwischen den primären Siebbündelchen keine Siebröhren, sondern nur Parenchym vorhanden ist. Gegen die sehr breite primäre Rinde, die sich bald mit hypodermal entstehendem Kork bedeckt, ist die schmale Siebzone abgegrenzt durch einen Belag von Sklerenchymfasern und Sklerenchymzellen, die dem Pericykel angehören. Wenn der Holzring etwa $^1/_2$ mm Dicke erreicht hat, dann bildet sich ausserhalb des Sklerenchymfaserringes im Rindenparenchym ein Meristem, welches sich nach aussen abgrenzt durch eine geschlossene, ein bis zwei Lagen starke Steinzellenzone und innerhalb derselben sich in Holzelemente nach der Innenseite, Phloëmelemente nach der Aussenseite zu differenzirt, dazwischen das Cambium, das den so entstandenen Ring verdickt. Die Siebröhren erscheinen in Form von einzelnen Strängen, getrennt durch parenchymatische Streifen. Die successiven Holzringe werden nur 1—2 mm breit und schliessen fast unmittelbar an den jedesmal nächst inneren Sklerenchymring an. Auch die Bastzonen sind sehr schmal. Dadurch, dass alles Zwischenparenchym bis auf die dünnwandigen Siebstränge verdickt wird, und dadurch, dass das Holz sich aus sehr dickwandigen Holzfasern in seiner Grundmasse zusammensetzt, erlangt der Stamm grosse Biegungsfestigkeit und unterscheidet sich dadurch von den Lianenstämmen mit ähnlichen Anomalien, in denen die Tendenz herrscht, den Holzkörper radial und tangential durch dünnwandig bleibendes Gewebe zu zerklüften, um ihn biegungs- und torsionsfähig zu machen.

Unter den Verbenaceenlianen sind einige ganz normalwüchsig, so die in Südbrasilien häufige schwachwindende Petraea volubilis L. Ein 2,5 cm dicker Stamm von Blumenau hatte sehr festes feinporiges helles Holz, dessen Grundmasse aus inhaltsleeren oder stärkeführenden Holzfasern besteht. Dieselben sind nach Solereder (p. 204) für die Familie charakteristisch. Ferner sind normal 2 mit dicken Korkrippen bedeckte Lianenstämme, bei Blumenau (Nr. 176 meiner Sammlung) und Rio (Nr. 353) gesammelt, welche wahrscheinlich zu Lantana gehören, aber nicht näher bestimmt werden konnten.

Dagegen zeigte ein 3 cm dicker Stamm von Lantana spec. (Nr. 654), bei Garanhuns in der Provinz Pernambuco gesammelt, einen mit 4 in den Blattorthostichen liegenden tiefgehenden Furchen versehenen Holzkörper (Fig. 173 Taf. XII). In diese Furchen zieht

16*

sich das Cambium und die Rinde mit Periderm hinein; sie sind somit schon äusserlich am Stamm sichtbar und entstehen wie bei den Malpighiaceen durch locales Einstellen der Thätigkeit des Cambiums. An einem der 4 Holzvorsprünge ist bereits eine secundäre Furche zu sehen. Das Holz ist gelblich, hart und feinporös, und erinnert sonst wenig an eine Liane.

In noch höherem Maasse kommt die Furchung des Holzkörpers verbunden mit Flügelbildung einigen anderen Lantana-Arten zu, so z. B. der als spreizklimmender Kletterstrauch um Rio häufigen Lantana lilacina Desf. (Fig. 172a—c Taf. XII). Dieselbe bildet keine sehr dicken Stämme. Die umfangreichsten meiner Sammlung messen 3—4 cm Dicke.

Bereits frühzeitig, wenn die Stämmchen 3—4 mm dick sind, bilden sich flügelartige Längsrippen, zunächst 4, getrennt durch Furchen, die in die 4 Blattorthostichen zu liegen kommen (Fig. 172a Taf. XII). Diese Rippen können ungleichmässiges Dickenwachsthum erfahren, 2 gegenüberliegende Rippen werden gefördert und dann entstehen bandförmige Stämme mit je einer kleiner Rippe auf der breiten Flachseite. An anderen Stämmen aber erfahren die 4 Rippen gleichmässige Verdickung und es bilden sich dann neue secundäre Rippen an den 4 primären. An 3—4 cm dicken Stämmen erleidet nun das Holz eine Längsspaltung, wahrscheinlich infolge von Torsionen, denen die Liane ausgesetzt ist. Das Holz stirbt im Centrum dabei ab und die 4 Hauptflügel trennen sich von einander. Obwohl das Holz an der Innenseite der 4 Hauptstränge nur eine Strecke weit (in der Fig. c schattirt) abstirbt, so gehen die Stämme nicht zu Grunde, sondern wachsen an den Aussenseiten weiter, wie es ja auch bei Malpighiaceen mit stark tordirten und gespaltenen Stämmen vorkommen kann. Es scheint so, als ob diese Längsspaltung normaler Weise sich einstellt.

Fritz Müller hat eine kletternde Lantana-Art, mit weissen Blüthen, bei Desterro beobachtet, deren Stämme ähnliches Verhalten zeigen (Bot. Ztg. 1866 p. 57, Taf. III Fig. 3); die Stämme sind gefurcht bis tief ins Holz hinein und zerspalten im Alter oft in 4 Längsstränge. Der Abbildung nach nähert sich die Müller'sche Species mehr dem Stamm meiner Fig. 173 Taf. XII von der bei Garanhuns gesammelten Lantana.

Krüger (p. 9) giebt an, dass eine andere Lantana, aus Venezuela stammend, von der Müller'schen Species nur wenig abweiche.

§ 57.

Rubiaceae.

Diese grosse Familie enthält eine ganze Reihe von Lianen in Gattungen der verschiedensten Triben, die aber bezüglich ihrer Structur noch wenig bekannt sind. Die meisten dürften normalwüchsig sein. So giebt Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 490) die auf Trinidad vorkommenden Lianen von Chiococca, Hillia (zu den Epiphyten zu rechnen), Uncaria (= Ourouparia), Amajoua ohne Anomalie an.

Dagegen kommt bei einigen Vertretern ein gefurchter Holzkörper vor. Nach Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 490) verhalten sich so Lygodysodea-, Sabicea- und Manettia-Arten auf Trinidad.

Ich fand bei Blumenau häufig **Manettia luteorubra Benth.**, deren biegsame Stämme keine grosse Dicke erreichen. Ein Stengel von 5 mm Dicke war abgerundet 4kantig und bot das Querschnittsbild der Fig. 174 Taf. XII. An den sehr schmalen Ring axialen Holzes setzt sich das periaxiale mit bis 0,13 mm weiten Gefässen mit scharfer Grenze an. Das periaxiale Holz ist in 4 in den Blattorthostichen liegenden Längsfurchen in der Entwicklung zurückgeblieben. Die Furchen gehen bis fast zum axialen Holz und werden ausgekleidet vom Cambium. Die Structur erinnert an die Bignonieen, die sich aber durch die Spaltenbildung auf den Seitenflächen der Furchen unterscheiden. Das Holz enthält schmale Markstrahlen und ist mit typischen Fasertracheiden versehen.

Eine Weiterentwicklung erfährt dieser Typus des Dickenwachsthums bei der von Crüger (Bot. Ztg. 1851 p. 470 und Taf. VII 10—14) dargestellten Sabicea hirta von Trinidad.

Auch hier bilden sich die 4 Furchen aus und dann tritt wie bei Lantana lilacina Desf. eine vollständige Zerspaltung des Stammes in 4 den Holzvorsprüngen entsprechenden Strängen auf. Diese Stränge wachsen an der Peripherie weiter in die Dicke und werden dabei hier mit secundär entstehenden kleinen Furchen versehen. An den Trennungsflächen bildet sich unregelmässig getüpfeltes Parenchym, das sich nach aussen mit Kork bedeckt.

Eine bemerkenswerthe Anomalie wird für Chiococca racemosa Jacq. angegeben, die aber kaum zu den Lianen zu rechnen ist. Sowohl im Stamm als in der als „Radix Caincae“ officinellen Hauptwurzel dieser Pflanze sollen in der Umgebung des centralen Holzkörpers secundär in der Rinde entstehende kleine Holzbast-

stränge auftreten. Wigand giebt (Flora 1856 Tafel VII Fig. 5) eine Abbildung von Radix Caincae. Nach Witte (p. 17 und Abb.) sollen in dem secundären Phloëm die Cambialstränge sich bilden, die nach innen Xylem, nach aussen Phloëm abscheiden; mit zunehmendem Wachsthum umgeben sich die Holzstränge dann ringsum mit Cambium, das dann in gewöhnlicher Weise die weitere Verdickung besorgt. Neue Bündel entstehen innerhalb des zuerst gebildeten Kreises im secundären Phloëm.

Da Chiococca racemosa keine vollkommene Liane ist, so scheint diese Anomalie nicht im Zusammenhang mit der kletternden Lebensweise zunächst zur Ausbildung gekommen zu sein. Sie repräsentirt aber eine Bildung, die als nützliche Eigenschaft bei Weiterentwicklung zu einer typischen Liane verwerthet werden kann.

§ 58.

Caprifoliaceae.

Nur Lonicera enthält holzige Kletterpflanzen, deren Stämme aber sämmtlich normalwüchsig sein dürften. Das Holz von Lonicera Periclymenum ist feinporös und enthält die für die Gattung und Familie charakteristischen Fasertracheiden in seiner Grundmasse.

§ 59.

Compositae.

Die kletternden Vertreter dieser grossen Familie scheinen wenig Neigung zur Hervorbringung von abweichenden Structuren zu besitzen. Die von mir in Brasilien beobachteten Klettersträucher haben zum Theil ganz normale Holzbildung (Piptocarpha), oder gefurchten Holzkörper, oder sie folgen dem Aristolochia-Typus (Mikania, Bidens) zum Theil unter gleichzeitiger Furchenbildung, und nur bei einer einzigen Mikania fand ich zugleich Bildung secundärer Zuwachszonen.

1. Normale Hölzer.

Hierher gehört Piptocarpha Lundiana Baker, ein unvollkommen kletternder Strauch. Ein 3 cm dicker Stamm, in der Provinz Rio gesammelt, besass breite Rinde, cylindrischen porösen Holzköper von gewöhnlicher Beschaffenheit, ohne breite Markstrahlen, ein axiales Holz von 3—4 mm Dicke.

Piptocarpha lucida Bennett bietet ebenfalls nichts Besonderes. Ein 2,5 × 3,5 cm dicker Stamm von Rio wies festeres Holz als vorige Art auf.

Entsprechend dem unvollkommenen Modus des Kletterns zeigt sich also in der Stammstructur noch gar keine Abweichung.

2. *Gefurchter Holzkörper.*

Von einer bei Rio auftretenden, leider nicht näher bestimmbaren Liane sammelte ich mehrere bis 2,5 cm dicke, aussen mit rissigem Kork bekleidete Stämme, deren Holzkörper schon frühzeitig auf mehrere (7—8) Längsstreifen gefurcht wird (vgl. Fig. 175, 176 Taf. XII). Die Furchen erinnern in ihrem Verhalten etwas an diejenigen der Bignonieen, sie entstehen dadurch, dass ein bestimmter Längsstreifen des Cambiums in der holzbildenden Thätigkeit zurückbleibt, während er desto mehr Phloëm nach aussen erzeugt. Die Aussengrenze des Phloëms behält dabei ihren kreisförmigen Contour bei. Das Cambium bleibt somit nicht in Continuität, sondern wird in Längsstreifen, schmale im Grunde der Furchen, breite an den Holzvorsprüngen, getheilt. Die Furchen sind seitlich begrenzt durch erbreiterte Markstrahlen, in denen es aber nicht wie in den viel tieferen Furchen der Bignonieen zu einer Spaltenbildung kommt. Die Spannungen, die nothwendiger Weise infolge der ungleichen Thätigkeit der Cambiumstreifen in diesen Markstrahlen auftreten müssen, werden ausgeglichen durch Dehnung und Theilung der Markstrahlzellen, die infolge dessen alle schräg nach aussen und den Seitenwänden der Furchen zu gerichtet und lang ausgezogen werden. Die Dehnung der Zellen erfolgt in den beiden Markstrahlen auf je einer schrägen Linie, die von der Ecke des Holzvorsprungs zu der benachbarten Ecke der Furche verläuft. Das Phloëm zeigt sowohl in den Furchen als an den Vorsprüngen die gleiche charakteristische Structur; eingebettet in reichlich entwickeltes Parenchym verlaufen in regelmässigen radialen und tangentialen Reihen rundliche Stränge von Bastfasern, welche die Siebröhren röhrenförmig umschliessen.

3. *Aristolochia-Typus.*

Die Gattung Mikania enthält eine grössere Anzahl von windenden Sträuchern, die eine häufige und charakteristische Erscheinung im brasilischen Walde sind. Die Stämme scheinen keine bedeutende Dicke zu erreichen, meist messen sie nur 2—3 cm Dicke. Alle hierhergehörigen Stämme meiner Sammlung sind übereinstimmend ausgezeichnet durch ihre breiten primären und secundären Markstrahlen, die das Holz der Länge nach in zahlreiche schmale Platten zerklüften. In trockenen Stämmen lassen sich diese Platten leicht von einander abblättern. Die Holzplatten enthalten zahlreiche weite Gefässe neben radialen Reihen englumiger trachealer Elemente, Holzparenchym und

die für die ganze Familie charakteristischen Holzfasern. Unterschiede ergeben sich bei den einzelnen Arten hauptsächlich aus der Beschaffenheit der Rinde, des Periderms. Jede Holzplatte zeigt im Querschnitt ausserhalb des Cambiums ihren zugehörigen Phloëmkeil, an dessen äusserer Kante ein Sklerenchymstrang verläuft. Vor den nach aussen zu stark erbreiterten Markstrahlen verläuft regelmässig ein harzführender Längscanal, von welchem aus radiale Harzcanäle in die Markstrahlen abgehen.

Die Mikanienlianen sind dank ihrer Aristolochia ähnlichen Structur sehr biegsam und leicht zu tordiren. In einigen der gesammelten Stämme verläuft das Aussencambium nicht genau kreisförmig. An einzelnen Holzstrahlen bleibt das Cambium in der holzbildenden Thätigkeit etwas zurück und so entstehen Furchen, die allerdings keine grosse Tiefe erreichen. Dies ist z. B. der Fall an dem in Fig. 178 Taf. XII abgebildeten, nicht näher bestimmbaren Mikaniastamm, bei Rio gesammelt. Derselbe ist zugleich ausgezeichnet durch eine besondere, sonst bei Mikania noch nicht beobachtete Anomalie. Nach einer Seite des Umfangs zu ist nämlich eine secundäre Zuwachszone, eine breite, mit Cambium versehene Holzbastzone angelagert worden. Soweit ich aus dem alten Stamm schliessen kann, findet die Bildung des neuen Cambiums im Pericykelparenchym innerhalb der an den Aussenspitzen der Phloëmstrahlen des centralen Holzkörpers verlaufenden Sklerenchymfasergruppen statt. Auch die Zuwachszone zeigt den charakteristischen Aufbau des Holzes aus einzelnen, durch breite Markstrahlplatten getrennten Holzplatten.

An Mikania schliesst sich mit ganz ähnlichem Verhalten eine Liane aus der Gattung Bidens, B. rubifolius H. B. K., an, von der ich 1,5 cm dicke Stämme bei Congonhas do Campo in der Provinz Minas antraf. Fig. 177 Taf. XII giebt ein Querschnittsbild. Der Aristolochia-Typus ist sehr ausgeprägt. Ausser den breiten primären und secundären sind wie bei Mikania im Holz keine secundären Strahlen gewöhnlicher Beschaffenheit vorhanden. Der Holzkörper zeigt auch hier deutliche Furchenbildung. An ca. 12 der Holzplatten ist das Cambium in der Holzbildung zurückgeblieben. In den aus dünnwandigem Parenchym bestehenden breiten Grenzmarkstrahlen werden die Spannungen ohne Spaltenbildung durch Streckung, Theilung und Schrägstellung der Zellen ausgeglichen.

§ 60.

Gnetaceae.

Unter den Gymnospermen begegnen uns kletternde Formen nur in den Gattungen Ephedra und Gnetum. Während die betreffenden Arten der ersteren unvollkommene Klettersträucher darstellen und auch keinerlei Abweichungen in dem Dickenwachsthum aufweisen, klettern dagegen die Gnetumlianen zu bedeutender Höhe und zeichnen sich durch successive Bildung von Gefässbündelringen im Stamm aus. Es giebt etwa 15 Arten von Gnetum; davon kommt die Hälfte auf das äquatoriale Amerika, die andere auf die Tropen der alten Welt. Nur eine Species, Gnetum Gnemon, stellt einen aufrechten Baum, im ostindischen Archipel, dar und besitzt normales Dickenwachsthum.[1]) Alle übrigen Arten dagegen sind Lianen und dürften sämmtlich anomales Dickenwachsthum aufweisen. Bis jetzt ist dasselbe nachgewiesen bei Gnetum scandens Roxb. (De Bary, Vgl. Anat. p. 603 u. Fig. 77; Morot p. 274); nach Morot (p. 274) ferner bei Gn. Thoa. Als weitere Beispiele kann ich Gn. venosum Sp. et Benth. und Gn. Schwackeanum Taubert n. sp., beide vom Amazonenstrom, anführen auf Grund von Stammproben, die ich Herrn Dr. Schwacke verdanke. Von ersterer Art liegt mir ein 2 cm dickes Stengelstück vor mit 1 secundärem Ring im Umkreis des primären, von letzterer ein nur dünner Stengel, in welchem der 1. secundäre Ring eben angelegt ist. Eine unbestimmte, von Schimper auf Java gesammelte Species besitzt einen 2,5 cm dicken Stamm mit 2 ausgebildeten secundären Zonen und dem Anfang einer dritten.

Die Structur der Gnetumlianen erinnert in auffallender Weise an die Menispermaceen. Hier wie dort folgt das Dickenwachsthum des primären Gefässbündelringes dem Aristolochia-Typus, indem die breiten primären Markstrahlen die einzelnen Bündel der Länge nach trennen und nicht durch interfasciculares Holz geschlossen werden. In dem secundären Holz der einzelnen Bündel kommen keine kleinen Markstrahlen gewöhnlicher Bildung zur Entwicklung. Wie der erste Ring, verhalten sich auch die folgenden neugebildeten mit dem Unterschied, dass in letzteren keine primären Gefässformen erzeugt werden. Jedes Bündel besitzt an seiner Aussenseite einen zugehörigen abge-

---

[1]) Nähere Angaben über die Stammstructur und Holzanatomie bei Strasburger, Bau und Verr. p. 144.

rundeten Weichbaststrang. Die einzelnen Holztheile enthalten weite Gefässe in einer Grundmasse von Tracheiden und Holzparenchym.

Wie Morot (p. 274) nachgewiesen hat, entstehen die Cambien der successiven Gefässbündelringe aus dem Pericykelparenchym, also in anderer Weise wie bei den Menispermaceen. Auf das Rindenparenchym folgt nach innen ein Ring von getüpfelten Steinzellen, an den, im jungen Stamm, bis zu den Basttheilen der primären Gefässbündel sich 2 Lagen von Parenchym anschliessen. Nach Morot ist die innere Lage desselben der Sitz der nachträglichen Theilungen, durch welche eine breite Parenchymzone mit radial gereihten Zellen erzeugt wird. In diesen werden durch weitere örtliche Theilungen die einzelnen Stränge der secundären Zonen angelegt. Dieselben wachsen eine Zeit lang mit ihren Cambiumstreifen in die Dicke, wobei auch die sie trennenden Parenchymstrahlen mitwachsen, bis sie ihre definitive Grösse erreicht haben. Die einzelnen Zonen sind getrennt durch einige Lagen von Zwischenparenchym oder in Dauerzustand übergegangenes Pericykelparenchym, das bei der Gefässbündelbildung nach innen zu eingeschlossen wurde.

Morot fasst den Sklerenchymring und die beiden mit Stärke erfüllten Parenchymlagen des jungen Stengels innerhalb dieses Ringes zusammen als Pericykel auf, während Strasburger (Bau u. Verr. p. 147) diese Auffassung nicht theilt, „denn bei Uebergang der Gefässbündel in das Blatt wird es deutlich, dass die äussere Stärkelage dort der innersten Rindenschicht entspricht". Der Steinzellenring gehört somit zur primären Rinde, die anstossende Parenchymschicht entspricht dem Phloeoterma Strasburger's, und erst die darauffolgende Lage repräsentirt den Pericykel.

Abweichendes Dickenwachsthum ist im übrigen unter den Gymnospermen nur für Cycadeenstämme (Cycas u. Encephalartos) bekannt, welche successive breite Gefässbündelringe, nach Van Tieghem (Traité de bot. 2. éd. p. 826) ebenfalls im Pericykel, erzeugen. Schon an der Schwelle der Phanerogamen schlägt das secundäre Dickenwachsthum der Stämme somit verschiedene Bahnen ein. Ob nun bei den Gnetumlianen die wiederholte Gefässbündelringbildung den ursprünglichen Modus vorstellt und als zweckmässige Eigenschaft beibehalten wurde, während sie bei Gnetum Gnemon verlassen wurde, oder ob sie erst mit dem Uebergang zu kletternder Lebensweise erworben wurde, bleibt eine offene Frage.

III.

Notizen über das Dickenwachsthum der Wurzeln der Lianen.

Für eine Anzahl von holzigen Lianen ist von verschiedenen Autoren festgestellt worden, dass die im Stamm auftretenden Anomalien des Dickenwachsthums auch auf die Wurzel übergehen. Im Nachfolgenden seien alle mir bekannt gewordenen diesbezüglichen Angaben aus der Litteratur der Kletterpflanzen zusammengestellt. Ich bedaure keine eigenen Beobachtungen zur Vervollständigung beibringen zu können, da ich mich während meines Aufenthaltes in Brasilien mit dem mühevollen und zeitraubenden Ausgraben der Wurzeln nicht befassen konnte. In der Aufzählung der Angaben folge ich der im 2. Capitel gegebenen Anordnung der Familien.

Polygonaceae.

Antigonum leptopus weist nach Avetta (p. 15, Taf. IX Fig. 5 u. 6) eine sehr eigenthümliche Wurzelstructur auf. Es entstehen nachträglich in centripetaler Richtung isolirte, sich verdickende Gefässbündel aus dem Pericykelparenchym. Der Stengel besitzt dieselbe Eigenthümlichkeit.

Chenopodiaceae.

Die Wurzeln und Stengel zeigen als Familieneigenthümlichkeit successive, aus dem Pericykelparenchym entstehende secundäre Zuwachszonen.

Amarantaceae.

Verhalten sich wie vorige Familie.

Phytolaccaceae.

Die meisten Gattungen, kletternd oder nichtkletternd, verhalten sich wie vorige Familie. Nach Avetta (p. 10) besitzt z. B. auch die Wurzel von Phytolacca successive Gefässbündelringe. Dagegen ist nach Avetta die Wurzel von Petiveria alliacea und Rivina laevis normal.

Nyctaginaceae.

Nach Avetta zeigt die Wurzel von Bougainvillea spectabilis Willd. (p. 11) sowie von Pisonia nitida (p. 17) dieselbe Anomalie wie im Stengel, die überhaupt für die ganze Familie charakteristisch ist.

Menispermaceae.

Diejenigen Arten, welche im Stengel successive entstehende Gefässbündelringe aufweisen, scheinen auch allgemein in der Wurzel die Anomalie auszubilden, wie Eichler (Flora brasil. XIII$_1$ p. 213) hervorhebt. Eichler giebt in Fig. 8 u. 9 seiner Taf. 50 Abbildungen älterer, mit mehreren Ringen versehener Wurzeln von unbestimmten Arten.

Cocculus laurifolius, die einzige baumartige Menispermee, die aber ebenfalls anomalen Stamm besitzt, erzeugt nach Nägeli (Beitr. z. w. Bot. 1. Heft p. 28, Taf. XIX 2—4) in der jungen, ursprünglich tetrarchen Wurzel erst einen sternförmigen Holzkörper und dann späterhin wie im Stamm successive secundäre Gefässbündelringe. Blottière (Ref. Bot. Ctrbl. XXIX p. 71) giebt ausserdem anomales Wachsthum an für Stamm und Wurzel von Abuta rufescens und rufa, Chondodendon tomentosum. Andere Arten, mit normalem Stamm, haben auch normale Wurzeln. So ist die bekannte Radix Colombo von Jateorrhiza palmata Miers normalwüchsig.

Dilleniaceae.

Von einer bei Blumenau gesammelten unbestimmten Dilleniaceenliane, deren Stamm sich wie die in Fig. 24 abgebildete Liane durch breite Markstrahlen auszeichnet, konnte ich 6 mm dicke Wurzeln untersuchen, die in gleicher Weise sich durch sehr breite Markstrahlen, 8 grössere, fast bis zum Centrum gehende und 8 alternirende, die Holzkeile bis zur Mitte halbirende, auszeichnet.

Bei Doliocarpus und Pinzona dürften wahrscheinlich die secundären Gefässbündelringe auch in der Wurzel gebildet werden.

Sapindaceae.

Crüger hebt (Bot. Ztg. 1851 p. 487) hervor, dass die Sapindaceen mit excentrischen Holzbündeln (zusammengesetzter Holzkörper Radlkofer's) des Stammes dieselben nicht in der Wurzel besitzen, was sich auch schon aus dem primären Auftreten der peripherischen Gefässbündel im Stamme vermuthen lässt.

Im übrigen ist das Dickenwachsthum der Wurzeln dieser Familie wie auch der anomalen Malpighiaceen noch ganz unbekannt.

Polygalaceae.

Crüger giebt (Bot. Ztg. 1850 p. 163) für Securidaca volubilis an, dass die secundären Zuwachsringe auch auf die Wurzeln übergehen.

Vitaceae.

Die Luftwurzeln von dem bei Blumenau häufigen Cissus sulcicaulis Baker erzeugen bei Dickenwachsthum breite, den Holzkörper der Länge nach zerklüftende parenchymatische Markstrahlen und nehmen bis auf die centralen primären Theile dieselbe Structur wie die Stämme an.

Cucurbitaceae.

Bei einigen Arten mit fleischigen Wurzeln kommen Wachsthumsanomalien vor, wie sie vielfach in fleischigen Wurzeln zum Vorschein treten, so bei Bryonia (De Bary p. 623), bei dem nichtrankenden Ecballium elaterium (Avetta p. 13). Die krautigen Stengel beider sind indessen normalwüchsig.

Papilionaceae.

Wistaria sinensis erzeugt nach De Bary (p. 606) auch in den Wurzeln die secundären Zuwachszonen, ebenso Rhynchosia phaseoloides nach Wakker (Bot. Ztg. 1889 p. 636) und Pueraria Thunbergiana Benth. nach Avetta (Ann. 1887 p. 12, Taf. IX Fig. 4), in gleicher Weise wie im Stamm.

Caesalpiniaceae.

Warburg (Bot. Ztg. 1883 p. 636) giebt im Gegensatz zu Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 143) an, dass bei Bauhinien mit zerklüftetem Holzkörper auch in der Wurzel die gleiche Anomalie auftritt.

Loganiaceae.

Nach Scott und Brebner (Annals of bot. III p. 291) kommen bei Strychnos spinosa und nach Van Tieghem (Journ. de Bot. 1891

p. 119) bei Str. nux vomica innerhalb der primären Xylemgruppen der jüngeren Wurzeln nachträglich im Mark entstehende Siebbündel vor. Höchstwahrscheinlich werden auch späterhin in älterem Wurzelholz die interxylären Weichbaststränge wie im Stengel auftreten.

Convolvulaceae.

Vgl. die Angaben im 2. Cap. § 51 p. 208.

Bignoniaceae.

Nach Avetta (Contrib. 1887 p. 7) zeichnen sich Bignonia capreolata L. (= Anisostichus capr. Bur.), Bignonia venusta (= Pyrostegia ignea Presl.) und Amphilophium paniculatum H. B. durch eine ähnliche abweichende Structur wie im Stengel aus. Letztere Art besitzt im Stengel 4, in der Wurzel 5 Furchen.

Dagegen fand er keine Anomalie bei Tecoma capensis G. Don., T. radicans Juss., Pithecoctenium clematideum Gris., Pithecoctenium buccinatorium Dec.

De Bary (p. 589) giebt an, dass 2—3jährige Wurzeläste von Anisostichus capreolata die charakteristische Stammstructur noch nicht ausgebildet zeigen.

Crüger (Bot. Ztg. 1850 p. 109) fand bei einer grösseren Anzahl von Bignonieen-Arten die für den Stamm charakteristische Furchenbildung auch in der Wurzel vor und glaubt, dass sie bei der grössten Mehrzahl auftreten. Jedoch folgen sie hier nicht immer der Vierzahl, es können auch 5—6 und mehr gleichaltrige primäre Furchen zunächst erscheinen. Nur über die Wurzel von Bignonia unguis giebt Crüger (p. 109) einige Notizen und in Fig. 17, 19, 20 seiner Taf. II Abbildungen von 3 Stadien. Aus denselben ist zu entnehmen, dass ebenso wie im Stamm im secundären Holz die Bastfurchen, zuerst 3 oder 4, später zwischen diesen secundäre, gebildet werden. Aus Fig. 19 und 20 geht ferner hervor, dass auch in der Wurzel die von den Hauptfurchen begrenzten Holzvorsprünge durch Dilatationsparenchym auseinandergesprengt werden.

Ferner erwähnt Crüger (p. 109), dass die Wurzeln mancher Bignonieen die Eigenschaft haben, knollenartig anzuschwellen. Bei diesen findet man, dass die Mitte der Wurzel von einem viel Stärkemehl enthaltenden Parenchym eingenommen wird und der Holzkörper von demselben durchdrungen ist, immer vermittelst des Auseinandertretens der Theile des Holzkörpers, wie denn dieses auch in den grossen Markstrahlen neben den Rindenvorsprüngen (Bastplatten)

stattfindet. Diese Knollen scheinen mir demnach auch durch nachträgliche Dilatation und Vermehrung der parenchymatischen Elemente des Holzkörpers hervorzugehen.

Die Seitenwurzeln entstehen nach Crüger (p. 110) stets an den Stellen, wo das Holz regelmässig entwickelt ist, also vor den breiten Holzvorsprüngen.

Bureau (Monogr. p. 149) hat eine ältere Wurzel von Bignonia unguis untersucht und an derselben ebenfalls eine grosse Knolle vorgefunden, deren Holzkörper ebenfalls, soweit aus seiner nicht recht verständlichen Darstellung zu schliessen ist, einen durch Dilatation des Parenchyms zerklüfteten Holzkörper aufweist.

Endlich fand auch Bureau (Monogr. p. 150) an den Wurzeln von Bignonia Tweediana Knollen mit zerklüftetem parenchymreichen Holzkörper.

Die angeführten Bildungen bedürfen noch genauerer Untersuchung.

Acanthaceae.

Von der in Südbrasilien häufigen Mendozia Velloziana sammelte ich bei Rio auch einige dünnere Wurzeln, deren Holzkörper in ganz ähnlicher Weise wie im Stamme eine weitgehende Zerklüftung unter Neubildung von Holzbastkörpern in der Mitte in dem dilatirten Marke eingegangen waren. Das Holz wird bei Dickenwachsthum zunächst tief gefurcht und unter Dilatation in 7 Stränge zerlegt, an deren Innenseite die secundären Stränge aus neugebildeten Cambien sich bilden.

Aus dieser Zusammenstellung geht zur Genüge hervor, dass manche charakteristische Anomalien der Lianenstämme auch auf die Wurzel übergreifen. Es ist nicht einzusehen, dass sie in der letzteren von einer besonderen Bedeutung in Zusammenhang mit der kletternden Lebensweise sind, sondern sie dürften lediglich aus inneren Wachsthumsgesetzen vom Stamm secundär auch auf die Wurzel übergegangen sein, vorausgesetzt, dass sie in dem Stamm überhaupt zuerst zum Vorschein gekommen sind und dort, weil sie der Pflanze von Nutzen waren, in bestimmter Weise weiter entwickelt wurden.

In gewissen Fällen mag aber auch umgekehrt die anomale Structur in der Wurzel ihren Ausgang genommen haben, vielleicht infolge der Umbildung derselben zu Reservestoffknollen, deren Dickenwachsthum

sehr häufig mit Abweichungen vom gewöhnlichen Verhalten verbunden zu sein pflegt. Von der Wurzel aus konnte dann die Anomalie sich auch auf den Stamm erstrecken und hier, wenn sie zu einer zweckmässigen und vortheilhaften Kabelstructur führte, beibehalten und weiterentwickelt werden. Es mag dies zum Beispiel für die anomalen Convolvulaceen in Betracht kommen.

Bei der ungenügenden Kenntniss der Wurzelstructuren der Lianen lässt sich indessen jetzt noch nichts Bestimmtes über die Beziehungen zu den Stammstructuren aussagen, und hat daher obige Zusammenstellung nur den Zweck, die Aufmerksamkeit auf diese Fragen zu lenken.

Erklärung der Abbildungen.

(HS mit Nummer bedeutet Nummer meiner Holzsammlung.)

Taf. I.

Piperaceae.

Fig. 1. Piper fluminense C. DC. (Blumenau). Junger Stamm quer. Mit 2 Hauptkreisen von Gefässbündeln, der äussere an der Aussenseite eines Sklerenchymringes. Die schwarzen Punkte bezeichnen Secretgänge. $^{4}/_{1}$.

Fig. 2. Desgl. Alter Stamm quer. $^{2}/_{1}$.

Fig. 3. „ Sprengung des Sklerenchymringes in dem sich verdickenden Stamm durch Streckung der Zellen. $^{160}/_{1}$.

Fig. 4. Desgl. Losgesprengtes Gefässbündel mit einem Stück des Sklerenchymringes an der Aussenseite. $^{90}/_{1}$.

Polygonaceae.

Fig. 5. Coccoloba striata Benth. (HS 650, Pernambuco). Aelterer Stamm quer. In der Mitte, das Mark umschliessend, das axiale Holz. Weichbastzone dunkel gehalten. $^{1}/_{1}$.

Amarantaceae.

Fig. 6. Hebanthe holosericea (Mart.) (Blumenau). Theil eines Querschnittes durch einen 3 cm dicken Stamm, die Holztheile punktirt, die Siebtheile dunkel schattirt, das Zwischenparenchym hell schattirt. $^{5}/_{1}$.

Fig. 7. Desgl. Querschnitt durch den jungen Stamm. pc Pericykel, skf Sklerenchymfasern desselben, crib Siebtheil. $^{180}/_{1}$.

Fig. 8. Desgl. Querschnitt durch die Peripherie eines älteren Stammes. k innerer Theil der Korkschicht, pg Phellogen,

p c Pericykelparenchym, g f b[1] zuletzt gebildetes Gefässbündel, z p Zwischenparenchym, g f b nächst inneres Gefässbündel. $^{130}/_{1}$.

Fig. 9. Hebanthe pulverulenta Mart. (HS 503, Serra dos Orgãos). Querschnitt eines 15 mm starken Stammes. Siebtheile schwarz schattirt, Zwischenparenchym heller. s k f Sklerenchymfasern des Pericykels p c. c Centrum des Markes. $^{20}/_{1}$.

Taf. II.

Phytolaccaceae.

Fig. 10. Seguieria longifolia Bth. (HS 540, Serra dos Orgãos). Querschnitt durch einen 2,5 cm dicken Stamm. c Centrum, m Mark, p c Pericykel, s k Sklerenchymfasern desselben, h_{1-4} Holzzonen. $^{4}/_{1}$.

Fig. 11. Desgl. Bildung der successiven Ringe im Pericykelparenchym p c, s k Sklerenchymring, p r primäre Rinde, c r i b[1] x y l[1] zuletzt gebildeter Holzbastring, c r i b x y l nächst innerer Ring, z p Zwischenparenchym. $^{180}/_{1}$.

Nyctaginaceae.

Fig. 12. Bougainvillea spectabilis Willd. (HS 332, Rio). Parthie aus dem inneren Theil des Holzkörpers. z p Zwischenparenchym, c r i b Siebtheil, x y l Holztheil, m Mark mit isolirten Bündeln in der Peripherie. $^{26}/_{1}$.

Fig. 13. Desgl. Querschnitt durch einen jungen Stamm. e p Epidermis, k Kork, p g Phellogen, r p primäre Rinde, s k f Sklerenchymfasern des Pericykels p c, c r i b[1] x y l[1] zuletzt gebildete Holzbastzone, z p Zwischenparenchym, c r i b x y l nächst innere Holzbastzone. $^{180}/_{1}$.

Menispermaceae.

Fig. 14. Abuta rufescens Aubl. (HS 569, Rio de Janeiro). Stamm quer. $^{1}/_{1}$.

Fig. 15. Abuta Selloana Eichl. (HS 166, Blumenau). Stamm quer. $^{1}/_{1}$.

Fig. 16. Botryopsis platyphylla Miers (HS 410, Rio de Janeiro). Stamm quer. $^{1}/_{1}$.

Fig. 17. Anomospermum grandifolium Eichler (Amazonas, leg. Schwacke). Stamm quer. $^{1}/_{1}$.

Fig. 18. Anomospermum Schomburgkii Miers (HS 651, Pernambuco). Stamm quer. $^{1}/_{1}$.

Taf. III.

Fig. 19. Abuta Selloana Eichler (HS 166, Blumenau). Junger Stamm quer. ep Epidermis, pr primäre Rinde, deren innerste Zone zum Meristem wird. $^{180}/_1$.

Fig. 20. Abuta rufescens Aubl. (Rio). Bildung der dritten Gefässbündelzone ausserhalb der zweiten in der inneren Rindenzone. sk^1 Anlage des Sklerenchymringes der dritten Zone, gfb Anlage eines Gefässbündels der letzteren, pr Rinde, k Kork. sk Sklerenchym der zweiten Zone, xyl, crib, c Theile eines Gefässbündels derselben. $^{180}/_1$.

Fig. 21. Desgl. Junger Stamm im Längsschnitt. Die innere Rindenzone ist zum Meristem mer geworden, in dessen Mitte ein Sklerenchymring sk^1 angelegt ist. Aus dem Parenchym zwischen sk^1 und dem nächst inneren Sklerenchymring sk entstehen die secundären Gefässbündelstränge. $^{180}/_1$.

Fig. 22. Botryopsis platyphylla Miers (HS 624, Rio). Junges, secundär gebildetes Gefässbündelchen quer. zp Zwischenparenchym, sk Steinzellen des nächst inneren Ringes, sk_1 Steinzellen des zu dem Gefässbündel gehörigen Ringes. $^{240}/_1$.

Marcgraviaceae.

Fig. 23. Marcgravia Schimperiana Taubert n. sp. (HS 258, Joinville). Stamm, excentrisch gewachsen, quer. Das Mark der Rückenseite genähert. $^1/_1$.

Dilleniaceae.

Fig. 24. Tetracera Breyniana Schlecht. (HS 642, Pernambuco). Mit breiten Markstrahlen. $^1/_1$.

Fig. 25. Doliocarpus Rolandri Gmel. (HS 659, Pernambuco). $^1/_1$.

Fig. 26. Desgl. Aeussere Parthie des Stammes quer. k Kork, pc Pericykel, gfb neugebildete Gefässbündel, zp Zwischenparenchym. $^{12}/_1$.

Fig. 27. Desgl. Bildung eines Gefässbündels (crib, xyl) im Pericykel. $crib^1$ Siebzone der nächst inneren Zone, zp Zwischenparenchym, pc Pericykelparenchym, sk Pericykelsklerenchym, k Kork. $^{58}/_1$.

Fig. 28. Dilleniacee HS 231 von Blumenau. Mit successiven Gefässbündelzonen. $^1/_1$.

Sapindaceae.

Fig. 29. Thinouia mucronata Radlk. (HS 325, Rio).
a, b, c, d verschiedenaltrige Stämme mit secundärer Bildung peripherischer Stränge. $^1/_1$

Fig. 30. Desgl. (HS 224, Blumenau).
a jüngerer, b sehr alter Stamm. $^1/_1$.

Fig. 31. Thinouia scandens Tr. et Pl. forma 1. genuina Radlk. (HS 627, Rio). $^1/_1$.

Fig. 32. Desgl. (HS 592, Rio), älterer Stamm mit mehreren secundären Zonen. $^1/_1$.

Fig. 33. Desgl. (HS 330, Rio). Aeussere Parthie eines 3,5 cm dicken Stammes mit einem grösseren und einem kleineren peripherischen neugebildeten Holzbastkörper und den Anlagen p_1 von weiteren secundären Holzbastmassen. crib Siebzone des normalen centralen Holzkörpers, pc Pericykelparenchym, sk Sklerenchymring. $^{6,5}/_1$.

Fig. 34. Thinouia scandens Tr. et Pl. forma 4. areolata Radlk. (HS 529, Serra dos Orgãos).
a Junger noch normaler Stamm,
b älterer Stamm mit secundären Holzbastkörpern. $^1/_1$.

Taf. IV.

Fig. 35. Serjania elegans Camb. (HS 282, Rio). Getheilter Holzkörper.
a junger Stamm. pr primäre Rinde, skf Sklerenchymfaserring des Pericykels, pcp Parenchym desselben, crib Siebzone des Gefässbündelringes, x Verbindungszone zwischen den abgeschnürten Gefässbündelringen. $^{12}/_1$.
b und c ältere Stämme mit nachträglich gebildetem centralen Holzbaststrang in der Mitte des in 5 Stränge getheilten Holzkörpers. $^1/_1$.

Fig. 36. Serjania lamprophylla Radlk. (HS 623, Rio).
a und b junger und älterer Stamm mit zusammengesetztem Holzkörper. 3 peripherische Stränge. $^1/_1$.
c junger Stamm, äussere Parthie mit einem peripherischen Gefässbündelring quer. crib Siebzone, pcp Pericykelparenchym, sk Sklerenchymzone, pr primäre Rinde, k Kork, m centrales Mark, mp peripherisches Mark. $^{24}/_1$.

Fig. 37. Serjania lethalis St. Hil. (HS 653, Garanhuns). Stamm quer. $^1/_1$.

Fig. 38. Serjania ichthyoctona Radlk. (HS 599, Rio).
a älterer Stamm. $^1/_1$.
b derselbe Stamm, etwas weiter abwärts durchschnitten mit ausgefaulter Mitte und Zerklüftung der primären Holzkörper und neugebildeten secundären Holzbaststrängen. $^1/_1$.

Fig. 39. Desgl. (HS 475, Rio).
a älterer Stamm mit zahlreichen secundären Holzbaststrängen in der Umgebung der 4 primären. $^1/_1$.
b derselbe Stamm etwas weiter oberhalb mit der Abgangsstelle eines Seitenastes, dessen Holzkörper c_1 mit dem centralen Holzkörper c des Muttersprosses in Verbindung steht. 1, 2, 3 die 3 peripherischen Holzkörper des letzteren. $^1/_1$.

Fig. 40. Desgl. (HS 530, Serra dos Orgãos). Alter Stamm. $^1/_1$.

Fig. 41. Desgl. (HS 493, Rio). Innen ausgehöhlter Stamm mit Zerklüftung des centralen c und der 3 peripherischen Holzkörper p_1, p_2, p_3. $^1/_1$.

Fig. 42. Serjania multiflora Camb. (HS 539, Serra dos Orgãos).
a und b jüngerer und älterer Stamm. $^1/_1$.

Fig. 43. Desgl. (HS 525, Serra dos Orgãos). Alter excentrisch gewachsener Stamm. $^1/_1$.

Fig. 44. Serjania noxia Camb. (HS 582, Queluz in Prov. Minas). 10 peripherische Holzkörper im Stamm. $^1/_1$.

Fig. 45. Serjania clematidifolia Camb. (HS 328, Rio). Junger Stamm mit centralem und 8 peripherischen Gefässbündelringen. Primäre Vasaltheile als dunkle Flecken eingezeichnet. pcp Pericykelparenchym, skf Sklerenchymfaserring des Pericykels. $^{12}/_1$.

Fig. 46. Desgl. (HS 358, Rio).
a, b, c, d verschiedene Stammquerschnitte. $^1/_1$.

Fig. 47. Serjania grandiflora Camb. (HS 329, Rio). Junger Stamm mit 7 peripherischen Gefässbündelringen quer. pc Pericykelparenchym, sk Sklerenchymfaserring, pr primäre Rinde, ep Epidermis. m_1 centrale Parthie des Markes, m_2 englumige peripherische Markzone des Hauptringes, m_3 Mark der peripherischen Ringe von gleicher Beschaffenheit wie m_2. Die primären Vasaltheile sind schattirt. $^{12}/_1$.

Fig. 48. Desgl. (HS 341, Rio).
a, b, c jüngere Stämme in verschiedenen Querschnitten. 1/1.
d alter Stamm mit secundären Holzbaststrängen in der Umgebung der 9 primären. 1/1.

Fig. 49. Serjania erecta Radlk. (Herb. Nr. 3447, Congonhas do Campo in Minas). Junger Stamm quer. 1/1.

Fig. 50. Serjania polyphylla Radlk.
a und b 2 Stämme aus der Marburger Sammlung. 1/1.
c Stamm der Berliner Sammlung, von Eggers auf S. Thomas gesammelt. 1/1.

Taf. V.

Fig. 51. Serjania piscatoria Radlkofer (HS 352, Rio).
a älterer Stamm mit zerklüftetem Holzkörper. 1/1.
b Parthie aus der Rinde desselben mit secundär im Phloëmparenchym entstandenen Holzbaststrängen. 8,5/1.
c Bildung eines solchen Stranges in einem dilatirten Phloëmstrahl. bf Bastfasern, s obliterirte Siebröhren, secr Secretschläuche. 90/1.

Fig. 52. Desgl. (HS 505, Serra dos Orgãos).
a jüngerer Stamm mit Zerklüftung des ursprünglich einfachen Holzkörpers. 1/1.
b älterer Stamm quer. p ein im jungen Stengel bereits angelegter peripherischer Holzkörper (vgl. Fig. 55 b). Die drei übrigen grösseren Holzkörper sind hervorgegangen durch Zerklüftung des Hauptholzkörpers. In der Peripherie zahlreiche secundäre Holzbaststränge. 1/1.

Fig. 53. Desgl. (HS 275, Rio). Ebensolcher Stamm wie Fig. 52 b.

Fig. 54. Desgl. (HS 560, Rio). Sehr alter Stamm mit Zerklüftung des ursprünglich einfachen Holzkörpers in 3 Segmente. Zahlreiche secundäre Stränge. 1/1.

Fig. 55. Desgl. (HS 379, Rio).
55 a junger noch beblätterter Trieb quer. Der schmale Holzring ist mit 4 einspringenden Furchen, in die sich das Cambium hineinzieht, versehen. Zwei dieser Furchen sind genähert und fassen eine vorspringende Leiste, in welcher ein Gefässbündel verläuft, ein. Die primären Vasaltheile als dunkle Flecke eingezeichnet. sk Skler-

enchymfaserring, m centrales Mark, m_1 peripherisches englumiges Mark. $^7/_1$.

55 b derselbe Trieb an einem anderen Internodium durchschnitten mit einem vollständigen abgeschnürten peripherischen Holzkörper. $^7/_1$.

55 c ca. 10 mm starker Stamm. Mit Zerklüftung des ursprünglich einfachen Holzes auf 4 Radialstreifen in die Holzsegmente h_1, h_2, h_3, h_4. In dem dilatirten Mark sind secundäre Gefässbündel entstanden. dil. p dilatirter Markstrahl des Holzsegmentes h_4. hp Holzparenchym, welches hier und dort in grösserer Masse in das Holz eingelagert wird. $^9/_1$.

55 d Bildung eines Gefässbündels in dem dilatirten Markparenchym, stärker vergrössert. m_1 intact gebliebene peripherische Markzellen, dil. m dilatirtes Markparenchym. $^{180}/_1$.

Fig. 56. Paullinia pseudota Radlk. (HS 591, Rio).

a, b, c verschiedenaltrige Stämme. $^1/_1$.

d Peripherieparthie eines Stammes, in welcher in der Umgebung des centralen Holzbastkörpers xyl crib secundäre Holzbaststränge xyl^1 $crib^1$ im Pericykel pc gebildet sind. sk Sklerenchymgruppen des Pericykels, pr primäre Rinde, k Kork. $^3/_1$.

Fig. 57. Paullinia pinnata L. (HS 646, Pernambuco).

a junger Stengel quer mit 2 peripherischen, von 1 Gefässbündel gebildeten Holzbastringen. m centrales Mark, mp Markperipherie, crib Siebzone, pc Pericykelparenchym, sk Sklerenchymring des Pericykels, pr primäre Rinde, ep Epidermis. $^{14}/_1$.

b, c, d ältere Stämme in verschiedener Ausbildung der peripherischen Stränge. $^1/_1$.

Taf. VI.

Malpighiaceae.

Fig. 58. Heteropteris intermedia Gris. (HS 370, Rio). $^1/_1$.

Fig. 59. Heteropteris megaptera Juss. (HS 386, Rio). $^1/_1$.

Fig. 60. Heteropteris spec. ? (HS 487, Rio). $^1/_1$.

Fig. 61. Tetrapteris lucida Juss. (HS 401, Sapopemba, Prov. Rio). $^1/_1$.

Fig. 62. Tetrapteris Guilleminiana Juss. (HS 49, Blumenau). $^{1}/_{1}$.
a junger Stamm mit gefurchtem Holzkörper.
b Stamm mit bereits zerklüftetem Holz.
c älterer Stamm.

Fig. 63. Desgl. (HS 56, Blumenau). Sprengung des axialen Holzes, axyl, und Markes, m, durch Dilatationsparenchymbildung. $^{130}/_{1}$.

Fig. 64. Desgl. Parthie eines Längsschnittes zu Fig. 63. Holzfasern und Gefäss durch Dilatationsparenchym isolirt. $^{130}/_{1}$.

Fig. 65. Tetrapteris inaequalis Cav. (HS 546, Serra dos Orgãos). Alter Lianenstamm, innen ausgefault, in Längsstränge zerspalten, stark tordirt. $^{1}/_{1}$.

Fig. 66. Tetrapteris spec. (HS 500, von Rio).
a und b zerklüftete Stämme. $^{1}/_{1}$.
c centrale Parthie aus einem Stamm von der Dicke und Beschaffenheit der Fig. b. Zerklüftung des axialen Holzes und Markes. $^{17}/_{1}$.

Fig. 67. Mascagnia elegans Gris. vel sp. aff. (HS 345, Rio).
a zerklüfteter Stamm. Holzstränge, von Phloëm und Dilatationsparenchym umgeben. $^{1}/_{1}$.
b secundäres Holz mit Holzparenchymbändern. $^{90}/_{1}$.

Fig. 68. Mezia Araujei Schwacke (leg. Araujo in Prov. Minas geraës). Zerklüfteter Stamm. Axiales Holz und Mark intact. $^{1}/_{1}$.

Taf. VII.

Fig. 69. Banisteria (?) macrophylla Juss. (HS 628, Rio). Theil eines zerklüfteten Stammes. Secundäres Holz mit zahlreichen zartwandigen Parenchymstreifen. $^{3}/_{1}$.

Fig. 70. Stigmatophyllon accuminatum Juss. (HS 283, Rio). Theil eines älteren Stammes mit intact gebliebenem axialen Holz und Mark. c normales Aussencambium, crib Aussensiebzone, k Kork, $crib^{1}$ secundär im Holzparenchym entstandene Siebstränge. $^{2}/_{1}$.

Fig. 71. Desgl. (HS 427, Rio). Parthie aus dem periaxialen Holz. cc zwei neugebildete Cambiumstreifen, aus dem zartwandigen unverholzten Holzparenchym entstanden, welche nach aussen zu Siebstränge erzeugt haben, die ältesten Siebröhren derselben obliterirt. $^{48}/_{1}$.

Polygalaceae.

Fig. 72. Securidaca Sellowiana Kl. (HS 381, Rio). $^1/_1$.

Fig. 73. Desgl. (HS 603, Rio). $^1/_1$.

Fig. 74. Securidaca lanceolata St. Hil. (leg. Fr. Müller, Blumenau). Stamm mit besonders zahlreichen radialen Parenchymstrahlen in den successiven Holzringen. $^1/_1$.

Fig. 75. Desgl. (Exempl. von Blumenau). Junger Stamm quer. pc Pericykel, xyl Holz, crib Siebzone. $^{240}/_1$.

Fig. 76. Desgl. (Exempl. von Blumenau). Bildung eines Holzringes xyl crib im Pericykel pcp. k Kork, zp Zwischenparenchym, xyl_1-c-$crib_1$ nächst innere Gefässbündelzone. $^{180}/_1$.

Fig. 77. Bredemeyera Schenckiana Chodat n. sp. (HS 644, Pernambuco). Stamm. $^1/_1$.

Hippocrateaceae.

Fig. 78. Hippocrateacee (HS 305 von Serra da Bica, Prov. Rio). $^1/_1$.

Fig. 79. Hippocratea spec. (HS 452 von Rodeio, Prov. Rio). Theil eines Querschnittes. mst breite Markstrahlen, crib Siebstränge, sk Sklerenchymring, pd Periderm, skn Steinzellennester in den Markstrahlen. $^8/_1$.

Fig. 80. Hippocratea ovata Lam. (HS 618, Cabo Frio, Prov. Rio). $^1/_1$.

Fig. 81. Salacia spec. (HS 347 von Rio). $^1/_1$.

Fig. 82. Desgl. Peripherischer Theil eines Querschnitts mit einer neugebildeten secundären Holzbastzone xyl, crib aus dem Pericykel pc. pr primäre Rinde, k Kork, zp Zwischenparenchym, xyl^1 $crib^1$ nächst innere Holzbastzone. $^7/_1$.

Fig. 83. Salacia ? spec. (HS 519, Serra dos Orgãos). $^1/_1$.

Fig. 84. Salacia ? spec. (HS 590, Rio). $^1/_1$.

Fig. 85. Salacia ? spec. (HS 73, Blumenau). $^1/_1$.

Fig. 86. Salacia ? spec. (HS 571, Rio). $^1/_1$.

Fig. 87. Salacia serrata Camb. (HS 476, Rio de Janeiro). $^1/_1$.

Vitaceae.

Fig. 88. Cissus sulcicaulis Bak. (HS 61, Blumenau). sk Sklerenchymfaserrippen an den Siebsträngen. $^{8,2}/_1$.

Taf. VIII.

Euphorbiaceae.

Fig. 89, 90, 91. Dalechampia ficifolia Lam. (HS 65, Blumenau). Verschiedenaltrige Stämme desselben Strauches. $^1/_1$.

Fig. 92. Desgl. (HS 337, Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 93. Desgl. Junger Stengel. sk Sklerenchym, pc Parenchym des Pericykels, crib Siebzone, xyl Holz. $^{160}/_{1}$.

Fig. 94. Dalechampia triphylla Lam. (HS 64, Blumenau). zp, s eingelagertes Parenchym mit Siebröhren, crib Siebzone, sk Sklerenchym des Pericykels, pr primäre Rinde, k Kork. $^{36}/_{1}$.

Fig. 95. Fragariopsis scandens St. Hil. (HS 377, Rio). a und b jüngerer und älterer Stamm. $^{1}/_{1}$.

Fig. 96. Desgl. Bildung einer Gefässbündelzone xyl c crib in dem Pericykel pc. crib[1] nächst innere Siebzone, zp Zwischenparenchym, pc Pericykelparenchym, sk Steinzellen, skf Sklerenchymfasern des Pericykels, k Kork. $^{90}/_{1}$.

Fig. 97. Fragariopsis montana Taub. n. sp. (HS 276, Serra do Picú). Junger Stamm, bereits mit 3 kleinen secundären Strängen.

Fig. 98. Desgl. Bildung eines neuen Gefässbündels gfb im Pericykelparenchym. bf Bastfasern der nächst inneren Siebzone, zp Zwischenparenchym. $^{180}/_{1}$.

Begoniaceae.

Fig. 99. Begonia fruticosa Kt. (HS 94, Blumenau). $^{3,2}/_{1}$.

Fig. 100. Begonia convolvulacea A.DC. (HS 187, Blumenau). Seite des Stützbaumes abgeflacht. $^{1}/_{1}$.

Cucurbitaceae.

Fig. 101. Wilbrandia verticillata Cogn. (HS 88, Blumenau). m Mark, x neugebildeter Holzstrang. $^{3,2}/_{1}$.

Fig. 102. Anisosperma Passiflora Manso (HS 532, Serra dos Orgãos). $^{3,2}/_{1}$.

Aristolochiaceae.

Fig. 103. Aristolochia triangularis Cham. et Schl. (HS 113, Blumenau). sk Sklerenchymring. $^{3,2}/_{1}$.

Fig. 104. Desgl. Querschnitt durch eine anomale Parthie des Stammes. $^{1}/_{1}$.

Papilionaceae.

Fig. 105. Mucuna altissima DC. (Blumenau). $^{1}/_{1}$.

Fig. 106. Desgl. Parthie aus dem secundären Holz. gef Gefässe, hp_1 Holzparenchym in der Umgebung derselben, hp_2 dünnwandiges unverholztes Holzparenchym, hf Holzfasern, sss interxyläre Siebröhrengruppen.

Taf. IX.

Fig. 107. Desgl. Rinde eines jüngeren, 0,8 cm dicken Stammes. k subepidermaler Kork, skf Sklerenchymfasern des Pericykels, pc Parenchym desselben, crib Cribralzone, secr Secretschläuche derselben, mstr Rindenstrahlzellen, $^{180}/_{1}$.

Fig. 108. Desgl. Bildung des secundären Gefässbündelringes im Pericykelparenchym pcp eines 2 cm dicken Stammes. c Cambium des neuen Gefässbündels mit Siebtheil an der Aussen-, Holztheil an der Innenseite. zp Zwischenparenchym, crib Siebtheil der nächst inneren Zone, skf Sklerenchymfaserbündel, pr primäre Rinde. $^{180}/_{1}$.

Fig. 109. Mucuna pruriens DC. (HS 641, Pernambuco). Parthie aus dem secundären Holz, mit interxylären Siebröhrengruppen sss. $^{180}/_{1}$.

Fig. 110. Rhynchosia spec. ? (leg. Schwacke, Amazonas). $^{1}/_{1}$.

Fig. 111. Machaerium spec. (HS 295, Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 112. Machaerium spec. (HS 430, Rodeio, Prov. Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 113. Machaerium tounateifolium Taubert n. sp. (HS 481, Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 114. Desgl. (HS 605, Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 115. Machaerium angustifolium Vog. (HS 288, Rio), $^{1}/_{1}$.

Fig. 116. Machaerium secundiflorum Martius (HS 405, Sapopemba, Prov. Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 117. Machaerium aculeatum Raddi (HS 486, Rio). $^{1}/_{1}$.
a mehrjähriger, regelmässig geflügelter Stamm.
b ungleichmässig ausgebildeter älterer Stamm.

Fig. 118. Machaerium spec. (HS 559, Rio). $^{1}/_{1}$.

Fig. 119. Unbestimmter alter Lianenstamm, Dalbergiee (HS 495 von Rio). $^{1}/_{1}$

Fig. 120. Theil der Rinde desselben mit secundär gebildeten Gefässbündeln gfb. gfb_3 u. $_4$ noch in cambialem Zustand. $^{58}/_{1}$.

Taf. X.

Caesalpiniaceae.

Fig. 121. Cassia angulata Vog. (HS 387, Congonhas do Campo, Prov. Minas). $^{1}/_{1}$.

Fig. 122. Bauhinia spec. Blumenaviana (HS 167, Blumenau).
a regelmässig geflügelter und gewellter Stamm. $^1/_1$.
b etwas unregelmässig ausgebildeter Stamm.

Fig. 123. Bauhinia rubiginosa Bong. (HS 658, Pernambuco). $^1/_1$.

Fig. 124. Desgl. (HS 636, Pernambuco). $^1/_1$.

Fig. 125. Desgl. (HS 637, Pernambuco). $^1/_1$.

Fig. 126. Bauhinia angulosa Vog. (HS 306, Serra da Bica, Prov. Rio). $^1/_1$.

Fig. 127. Bauhinia Langsdorffiana Bong. (HS 494, Rio).
a junger Stamm. $^1/_1$.
b, c etwas ältere, bereits zerklüftete Stämme. $^1/_1$.
d Parthie an der Grenze des axialen Holzringes axyl mit dem anschliessenden, sehr parenchymreichen periaxialen Holz pxyl, dem Stamme Fig. a entnommen. $^{160}/_1$.
e Cambiumbildung cc aus dem zartwandigen Parenchym des periaxialen Holzes an der Grenze des axialen. $^{160}/_1$.

Fig. 128. Desgl. (HS 313, Rio). $^1/_1$.

Fig. 129. Desgl. (HS 553, Rio). $^1/_1$.

Fig. 130. Desgl. (HS 610, Rio). $^1/_1$. m Markkreuz.

Fig. 131. Desgl. (HS 601, Rio). $^1/_1$. m „

Fig. 132. Bauhinia spec. (HS 59 von Blumenau). Mit zerklüftetem axialem Holz, dessen Fragmente in der Figur schwarz bezeichnet sind. $^1/_1$.

Fig. 133. Bauhinia spec. (HS 286 von São Bento, Prov. Sa. Catharina). $^1/_1$.

Pig. 134. Bauhinia spec. (HS 520, Serra dos Orgãos). $^1/_1$.

Mimosaceae.

Fig. 135. Mimosacee (HS 662, Joinville, Prov. Sa. Catharina). $^1/_1$.

Fig. 136. Mimosacee (HS 384, Rio). $^1/_1$.

Loganiaceae.

Fig. 137. Strychnos triplinervia Martius (HS 28, Blumenau). Theil eines Querschnitts. skr Sklerenchymring, sk Steinzellengruppe. $^{3,5}/_1$.

Apocynaceae.

Fig. 138. Condylocarpon Rauwolfiae Müll. Arg. (HS 570, Rio). $^1/_1$.

Convolvulaceae.

Fig. 139. Ipomoea umbellata Mey. (HS 344 u. 409, Rio).
a Junger Stamm mit bereits gebildeter secundärer Holzbastzone. $^{3,5}/_1$.

b und c ältere Stämme. 1/1. Bei x beginnt die Zerklüftung des axialen Holzes.

d Theil eines alten Stammes mit Zerklüftung der inneren Holzparthie. 1/1

Fig. 140. Ipomoea glabra Choisy (HS 350, Rio), 1/1.

Fig. 141. Porana volubilis Burm. (Berl. Mus., aus Calcutta). 1/1.

Taf. XI.

Bignoniaceae.

Fig. 142. Arrabidaea conjugata Martius (HS 470, Rio). 1/1.

Fig. 143. Bignoniee (HS 541, Serra dos Orgãos).

a Stamm. 1/1.

b eine einspringende Bastplatte mit den zwei Spalten sp an den Seiten der Grenzmarkstrahlen. 4/1.

Fig. 144. Bignoniee (HS 411, Rio).

a, b junger und alter Stamm. 1/1.

Fig. 145. Bignoniee (HS 29, Blumenau). 1/1.

Fig. 146. Bignoniee (HS 327, Rio). 1/1.

Fig. 147. Bignoniee (HS 108, Blumenau). 1/1.

a u. b junger und älterer Stamm.

Fig. 148. Bignoniee (HS 629, Rio). 1/1.

Fig. 149. Cuspidaria pterocarpa DC. (HS 501, Serra dos Orgãos).

a Stamm. 1/1.

b Ecke einer Holzfurche. c Furchencambium, sp Spalten in dem Grenzmarkstrahl. 160/1.

Fig. 150. Bignoniee (HS 308, Serra da Bica, Prov. Rio).

a Stamm. 1/1.

b Holzfurche mit Treppenbildung. sp sp die Spalten in den Grenzmarkstrahlen. 12/1.

Fig. 151. Bignoniee (HS 633, Sipó caboclo, Cantagallo, Prov. Rio, leg. Glaziou). 1/1.

Fig. 152. Bignoniee (HS 558, Rio). 1/1.

Fig. 153. Tynanthus elegans Miers, Sipó cravo (HS 230, Blumenau). 1/1.

Fig. 154. Clytostoma callistegioides Bur. (HS 141, Blumenau). 1/1.

Fig. 155. Bignoniee (HS 71, Blumenau). (Sipó d'alho.) 1/1.

Fig. 156. Bignoniee (HS. 499, Rio). 1/1.

Fig. 157. Bignoniee (HS 175, Blumenau). 1/1.

a und b junger und alter Stamm.

Fig. 158. Pithecoctenium phaseoloides (Cham. sub Bign.) (HS 211, Blumenau). $^{1}/_{1}$.

Fig. 159. Haplolophium spec. (Blumenau, leg. F. Müller).
a und b 2 Querschnitte desselben Stammes, 8 cm von entfernt. $^{1}/_{1}$.

Fig. 160. Bignonia spec. (HS 50, Blumenau). $^{1}/_{1}$.

Taf. XII.

Fig. 161. Bignonia spec. (HS 50, Blumenau). Bildung secundärer Holzbastkeile an den Treppenstufen in der äussern Parthie einer grossen Holzfurche. $^{12}/_{1}$.

Fig. 162. Bignonia species catharinensis (HS 119, Blumenau).
a zerklüfteter älterer Stamm. $^{1}/_{1}$.
b junger Stamm, 8 mm dick, mit beginnender Zerklüftung, 1, 2, 3, 4 die 4 Hauptbastplatten, crib Aussensiebzone, sk Sklerenchymfasergruppen. $^{12}/_{1}$.
c Markstrahl in Dilatation übergegangen. $^{300}/_{1}$.
d Dilatation im Holz. $^{300}/_{1}$.
e Desgl. $^{300}/_{1}$.
f Desgl im Längsschnitt. $^{300}/_{1}$.

Fig. 163. Desgl. (HS 137, Blumenau). Aelterer Stamm. $^{1}/_{1}$.

Fig. 164. Bignonia unguis Bur. (HS 564, Rio).
a junger Stamm mit beginnender Zerklüftung. $^{1}/_{1}$.
b älterer reich zerklüfteter Stamm. $^{1}/_{1}$.
c centrale Parthie eines zerklüfteten Stammes. Das Dilatationsparenchym hellschattirt, die Phloëmplatten dunkel gehalten mit schwarzen, die Bastfasern bezeichnenden Querlinien. $^{6}/_{1}$.

Acanthaceae.

Fig. 165. Mendozia Velloziana Mart. Junger noch normaler Stamm. $^{6}/_{1}$.

Fig. 166. Desgl. Zerklüfteter Stamm. Axiale Holzfragmente schwarz gezeichnet. Im Innern 4 neue Holzstränge gebildet. $^{6}/_{1}$.

Fig. 167. Desgl. Aelterer Stamm. $^{3}/_{1}$.

Fig. 168. Desgl. Aelterer Stamm. $^{3}/_{1}$.

Fig. 169. Desgl. Sprengung des axialen Holzes, rechts ein durch Dilatationsparenchym isolirtes Holzbündel, m peripherische Markzellen. $^{240}/_{1}$.

Fig. 170. Desgl. Bildung eines secundären Cambiums aus den äusseren Markzellen. An einer Stelle Anlage eines Gefässbündels. $^{130}/_{1}$.

Fig. 171. Desgl. Spaltung des secundären Holzes durch dilatirendes Holzparenchym, phl Aussenphloëm, c Hauptcambium. $^{86}/_{1}$.

Verbenaceae.

Fig. 172. Lantana lilacina Desf.
a (HS 354, Rio). Junger Stamm.
b, c (HS 483, Rio). Aelterer Stamm. c in 4 Stränge zerspalten. $^{1}/_{1}$.

Fig. 173. Lantana spec. (HS 654, Garanhuns, Prov. Pernambuco). $^{1}/_{1}$.

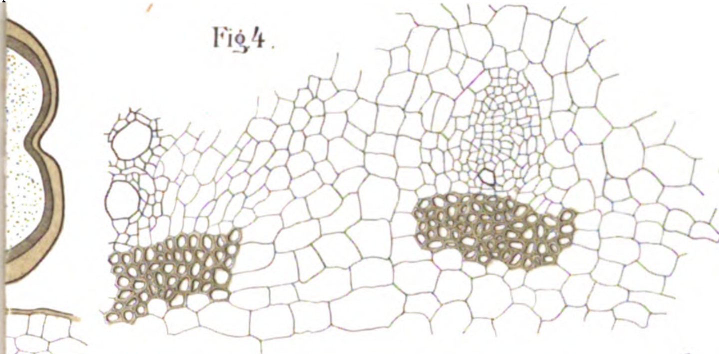
Rubiaceae.

Fig. 174. Manettia luteo-rubra Benth. (Blumenau). $^{8}/_{1}$.

Compositae.

Fig. 175. Composite (HS 366, Rio). $^{1}/_{1}$.
Fig. 176. Dieselbe Species. (HS 316, Rio.) $^{1}/_{1}$.
Fig. 177. Bidens rubifolius H.B.K. (HS 585, Congonhas do Campo, Prov. Minas). $^{3,5}/_{1}$.
Fig. 178. Mikania spec. (HS 600, Rio). $^{1}/_{1}$.

G. Pätz'sche Buchdr. (Lippert & Co.), Naumburg a. S.



k

skf

pc

Fig. 9.

c

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena

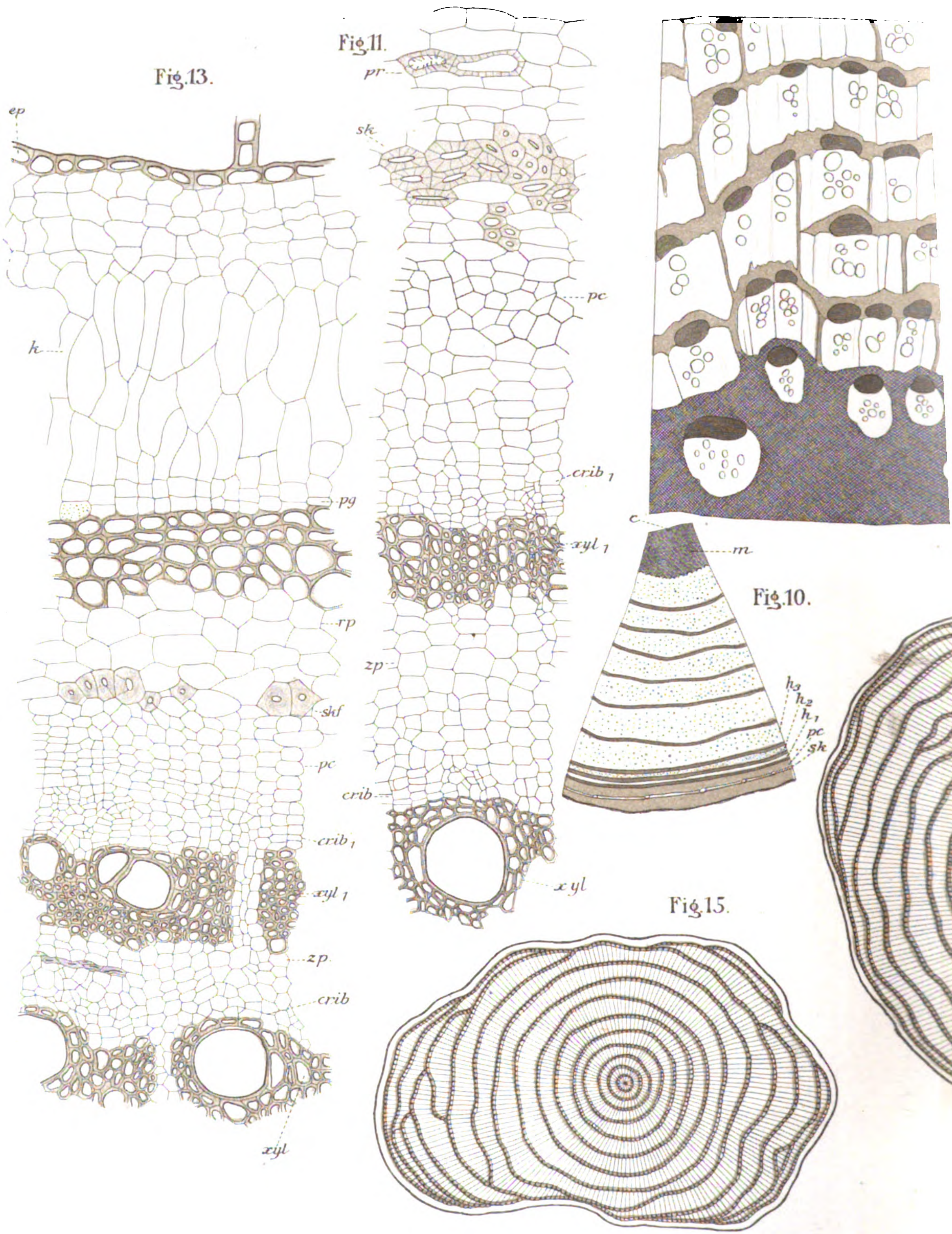

Fig.13.
ep
k
pg
rp
skf
pc
crib1
xyl1
zp
crib
xyl
Fig.11.
pr
sk
pc
crib1
xyl1
zp
crib
xyl
Fig.10.
c
m
h3
h2
h1
pc
sk
Fig.15.



Fig. 12.



Fig. 16.

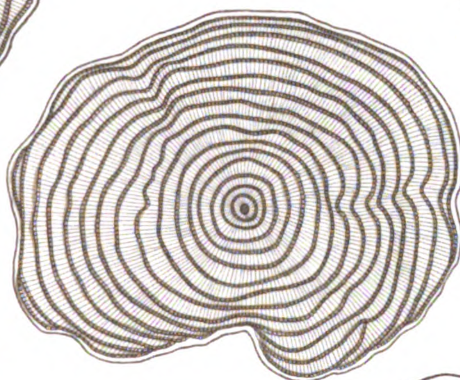


Fig. 18.

Fig. 14.

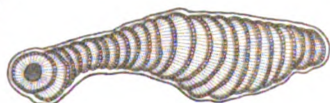
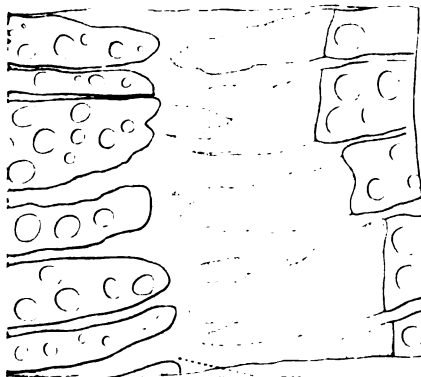
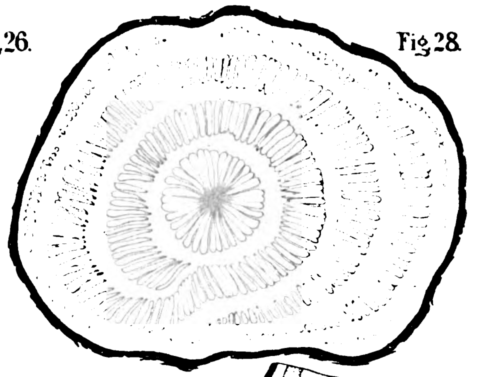


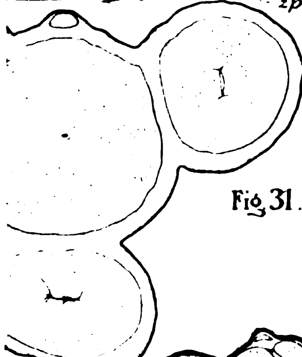
Fig. 17.

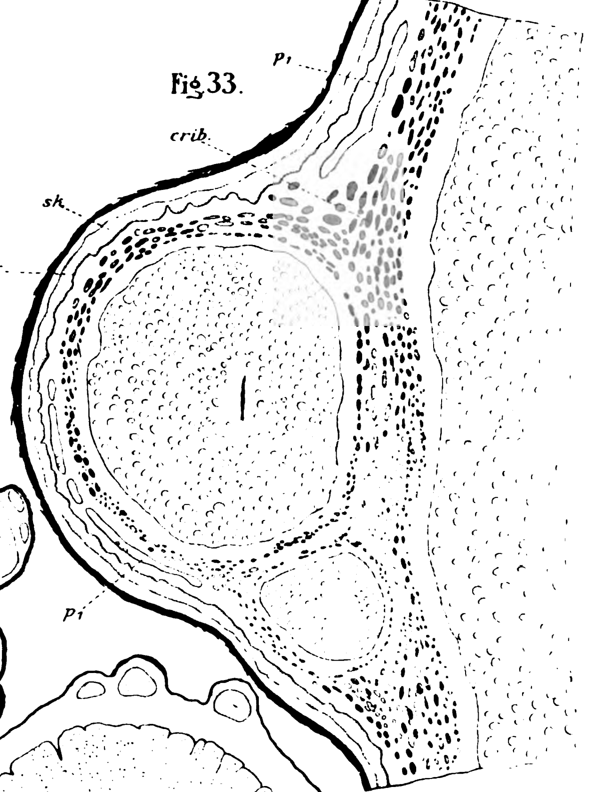
Jena

Lith. Anst. v. A. ... Jena.

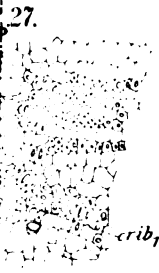

Fig 26.
zp

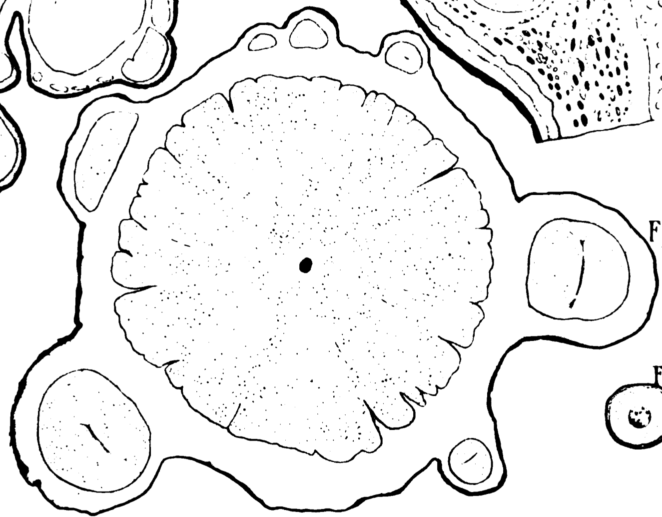

Fig 28.

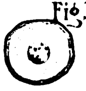

Fig 31.


Fig 33.
p1
crib.
sk.
pc
p1




27.
crib1


Fig 34 b.


Fig 34 a.

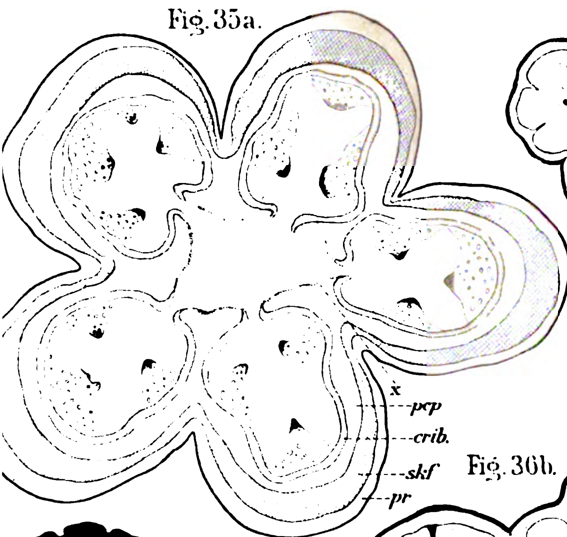
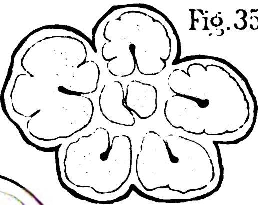


Fig. 35a.


Fig. 35c.

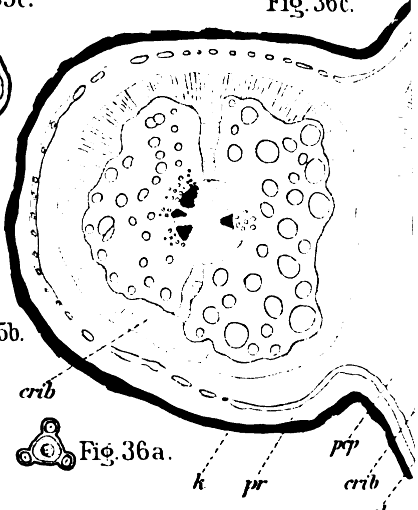
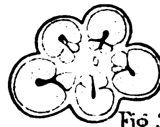
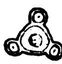
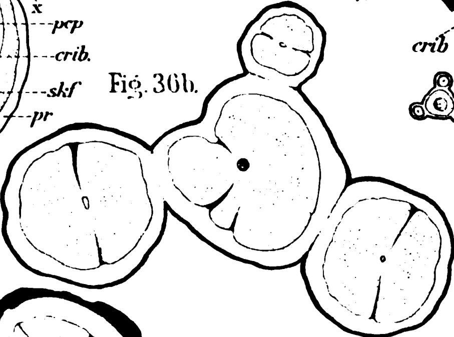
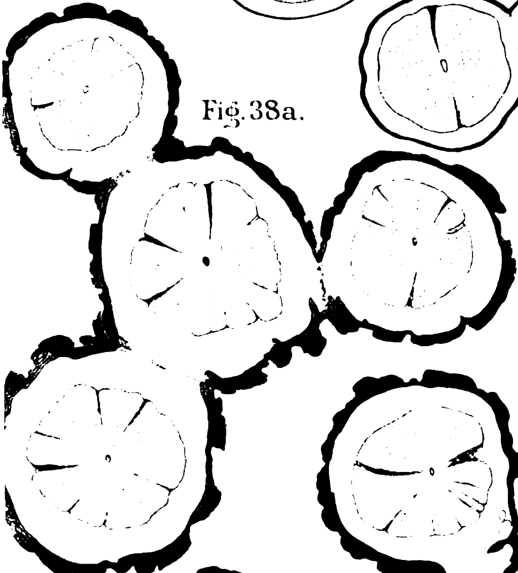


Fig. 36c.


Fig. 35b.


Fig. 36a.


Fig. 36b.


Fig. 38a.

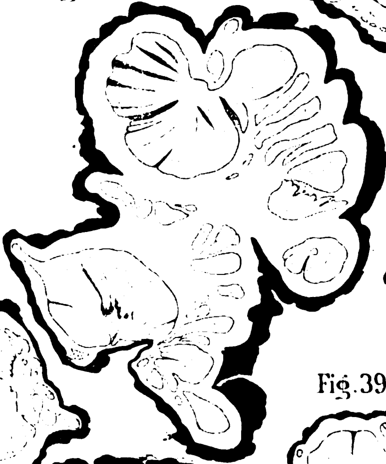

Fig. 38b.


Fig. 40.

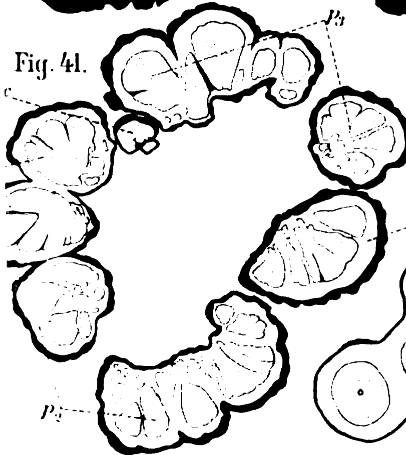
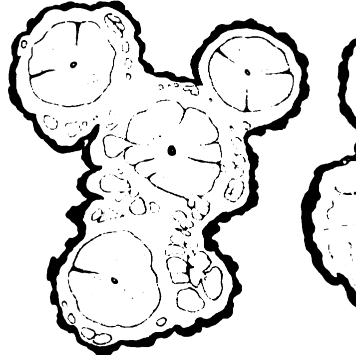


Fig. 41.


Fig. 39a.

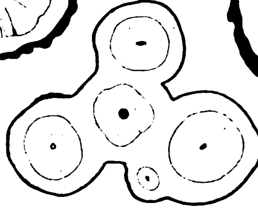

Fig. 37.

Fig. 42b.

m

mp

Fig. 42a.

Fig. 47.

ep

pr

sk

m_3

pr

m_1

m_2

Fig. 43.

Fig. 45.

skf

pcp

Fig. 44.

Fig. 46a.

Fig. 46b.

Fig. 46c.

Fig. 46d.

Fig. 49.

Fig. 39b.

1

c

2

3

c_1

Fig. 48d.

Fig. 50a.

Fig. 50b.

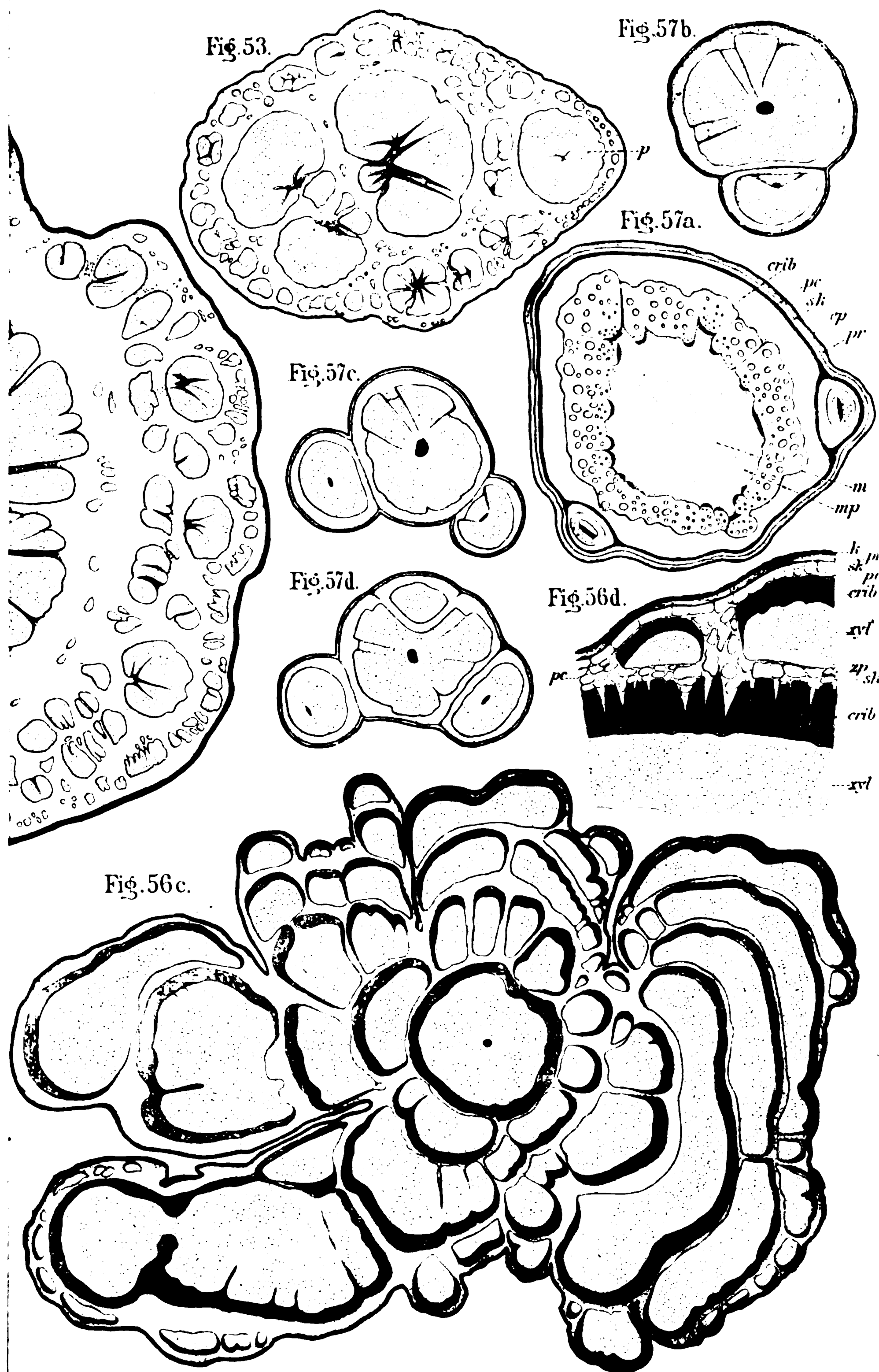
Fig. 50c.

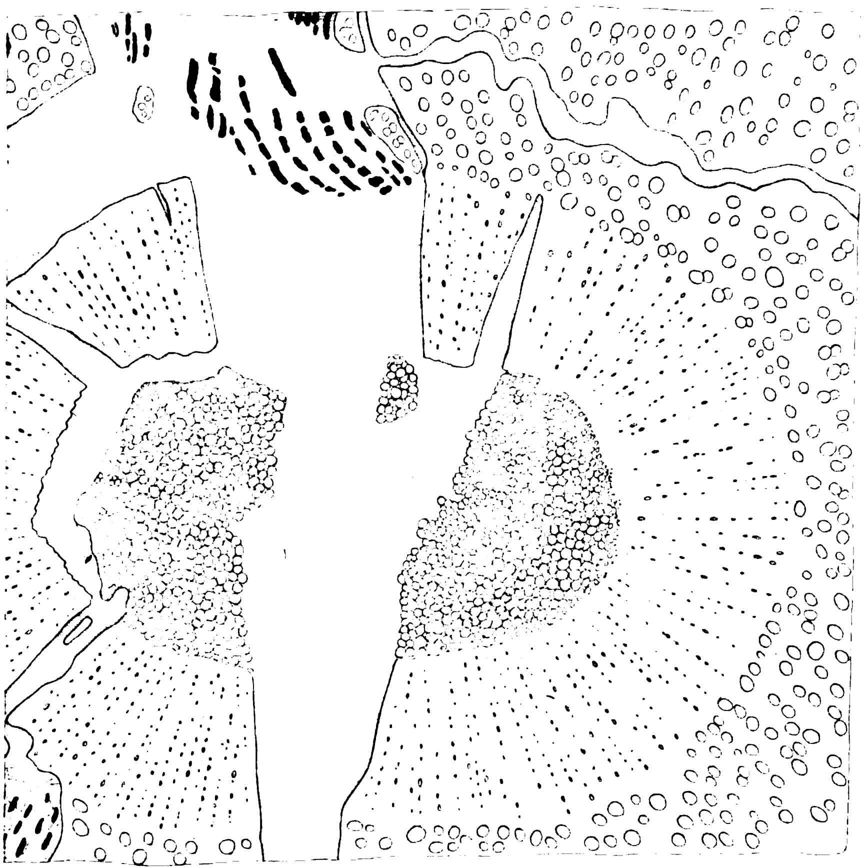
Fig. 48a.

Fig. 48b.

Fig. 48c.

cher. …


Fig. 53.
p
Fig. 57b.
Fig. 57a.
crib
pc
sk
cp
pr
m
mp
Fig. 57c.
Fig. 57d.
Fig. 56d.
crib
xyl
pc
crib
xyl
Fig. 56c.



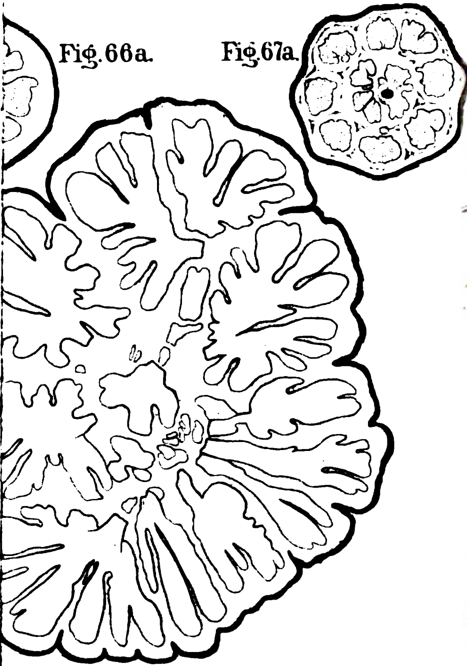
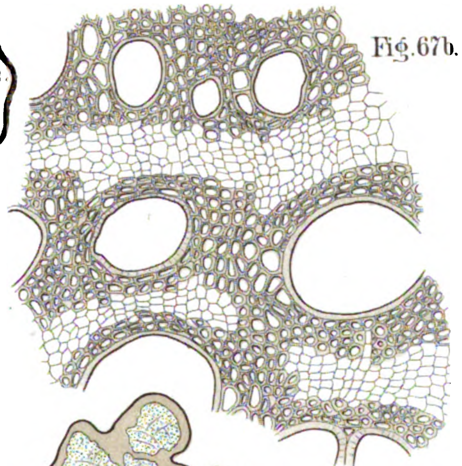
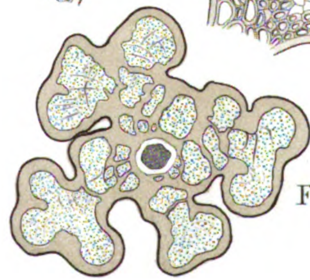
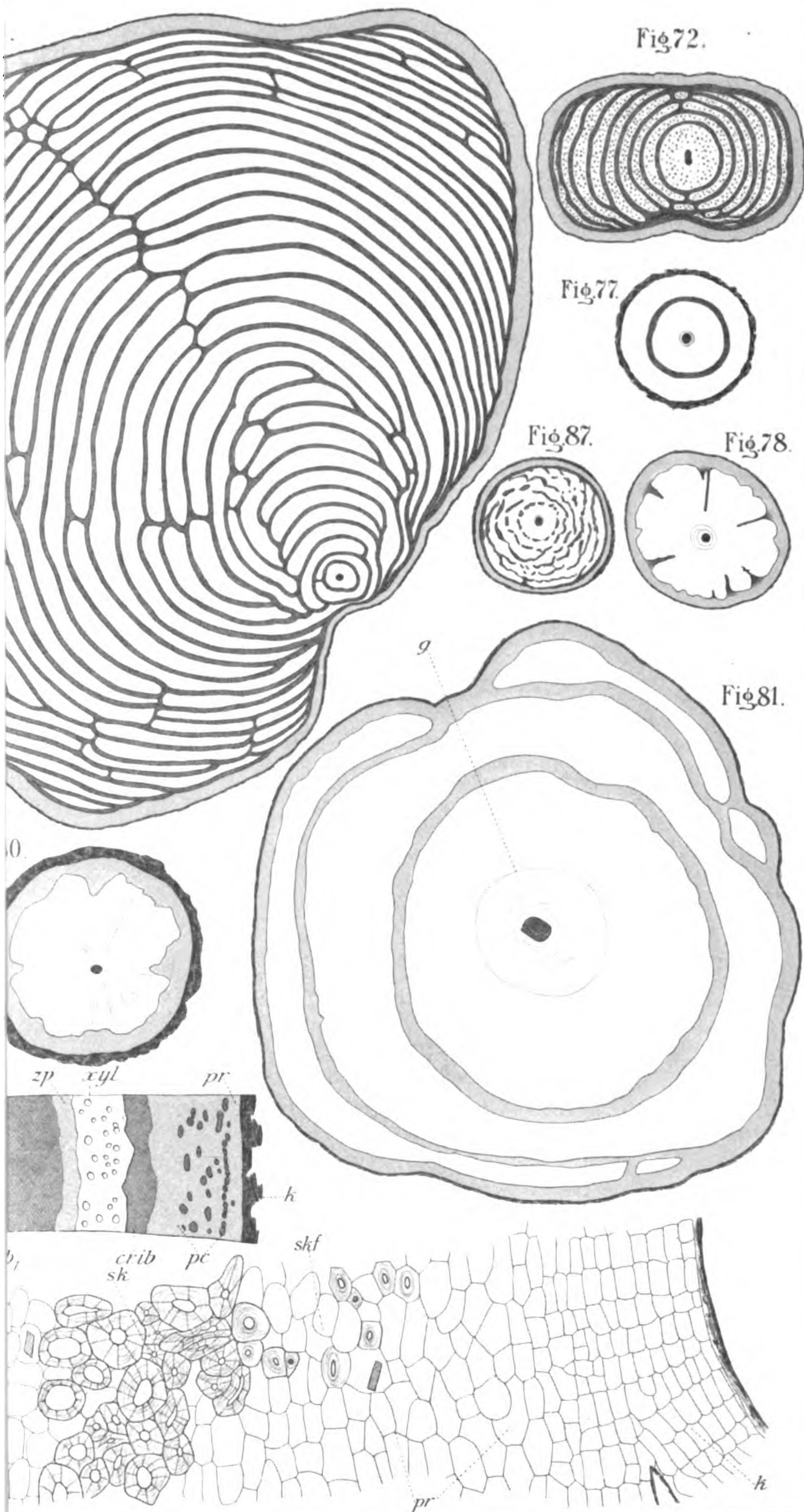

Fig. 66a.

Fig. 67a.


Fig. 67b.


Fig. 68.

Lith. Anst v. A. Giltsch, Jena



Lith. Anst. A. Giltsch, Jena.

Fig. 103.



Fig. 105.

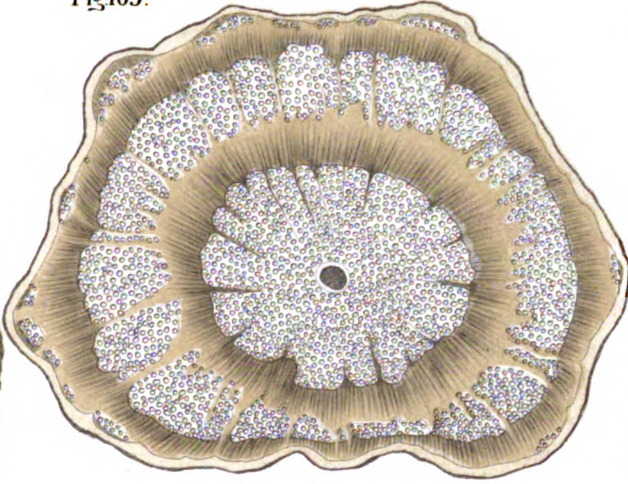


Fig. 102.

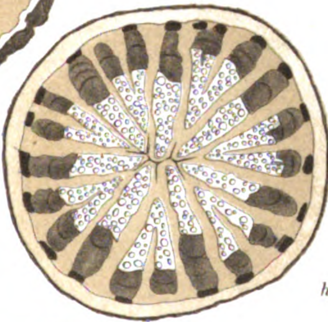


Fig. 101.

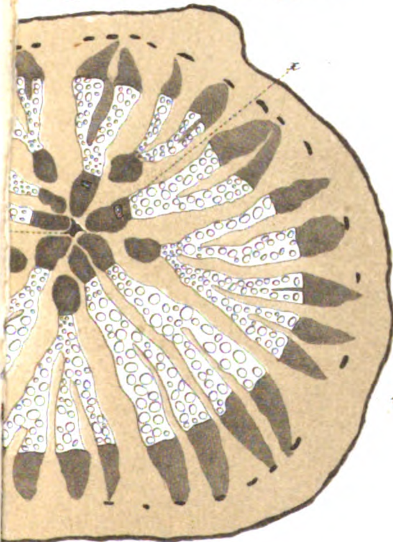


Fig. 106.



Fig. 107.

k

Fig. 119.



Fig. 117 a.



Fig. 120.

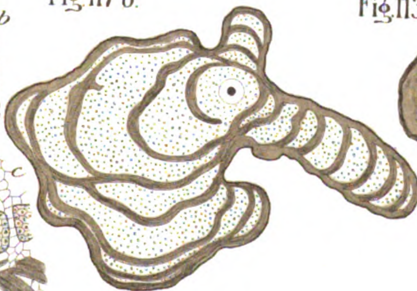


Fig. 117 b.

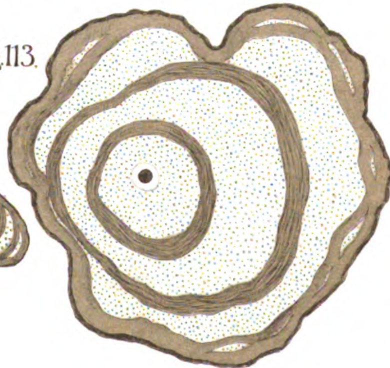
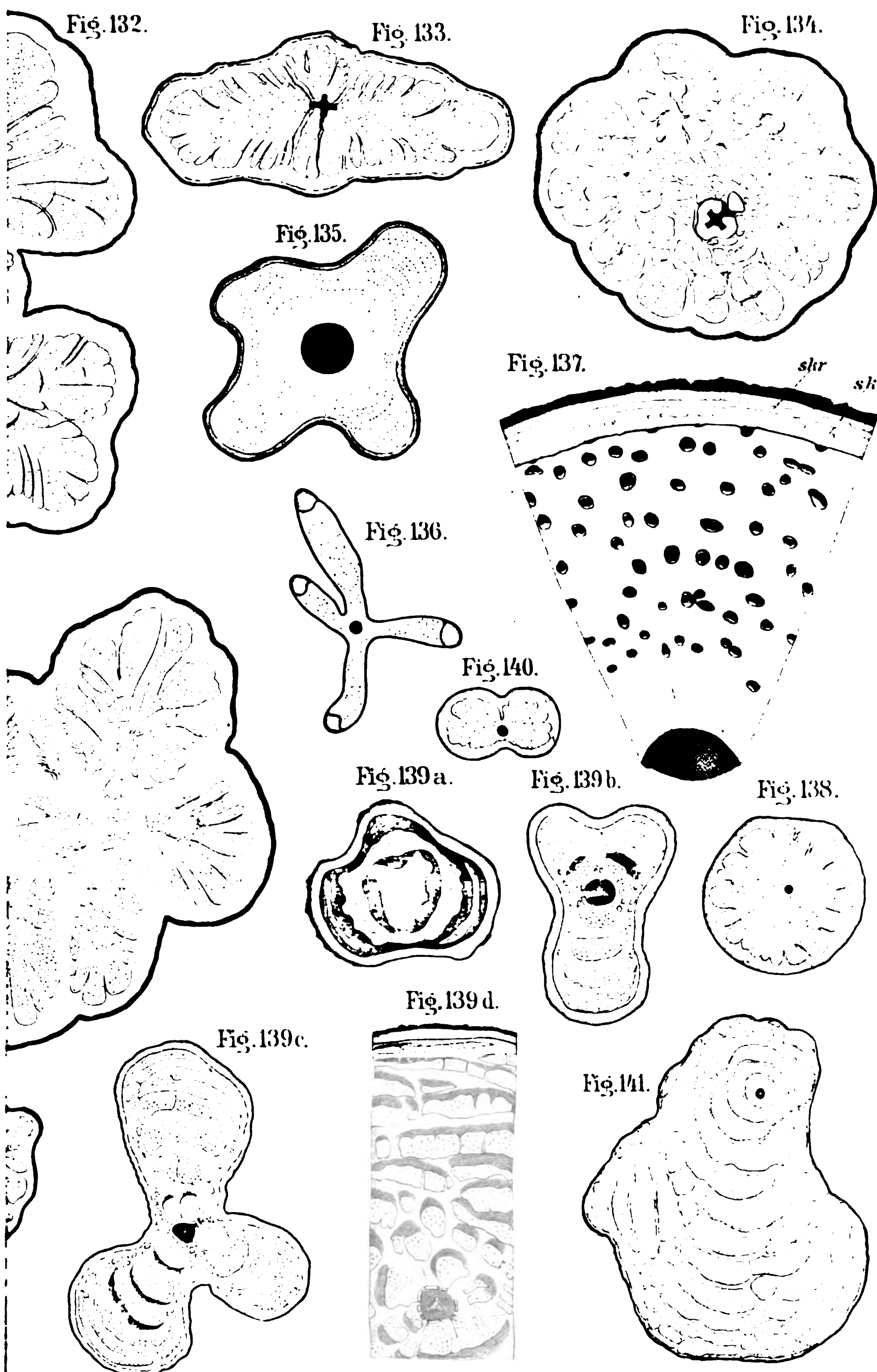


Fig. 113.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.


Fig. 132.
Fig. 133.
Fig. 134.
Fig. 135.
Fig. 137.
skr
sk
Fig. 136.
Fig. 140.
Fig. 139 a.
Fig. 139 b.
Fig. 138.
Fig. 139 d.
Fig. 139 c.
Fig. 141.

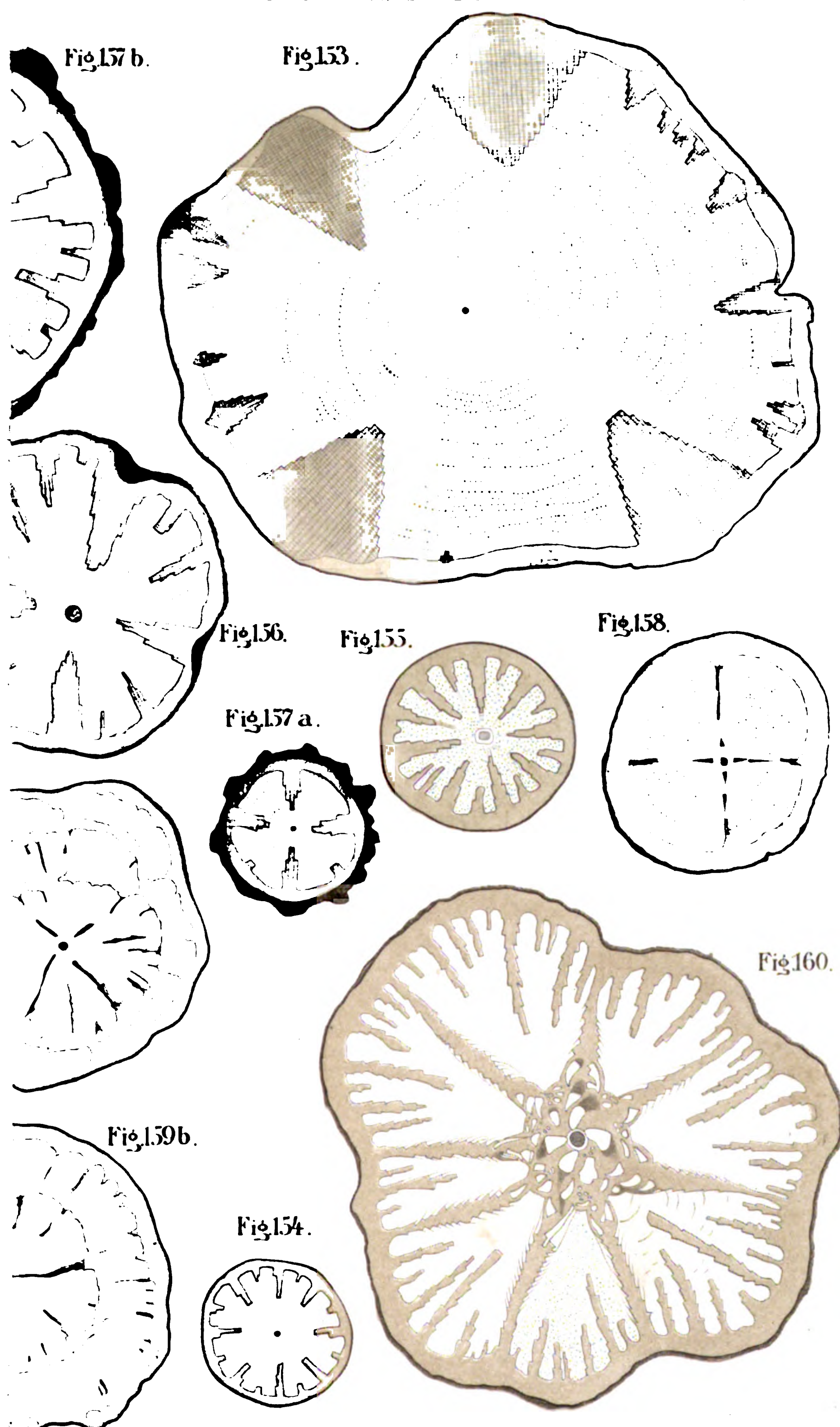

Fig. 157 b.
Fig. 153.
Fig. 156.
Fig. 155.
Fig. 158.
Fig. 157 a.
Fig. 160.
Fig. 159 b.
Fig. 154.

Fig. 162 e.

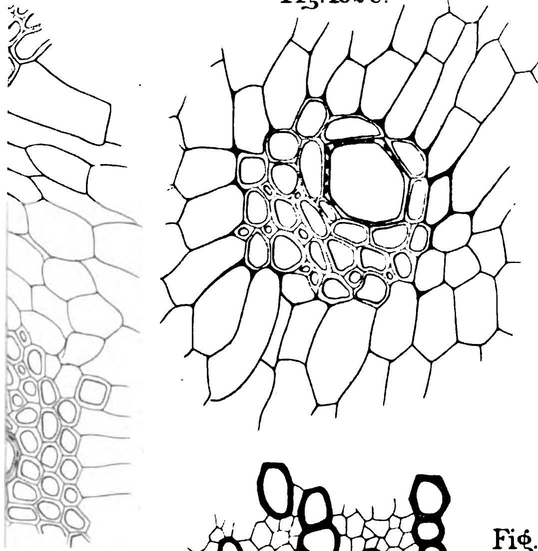
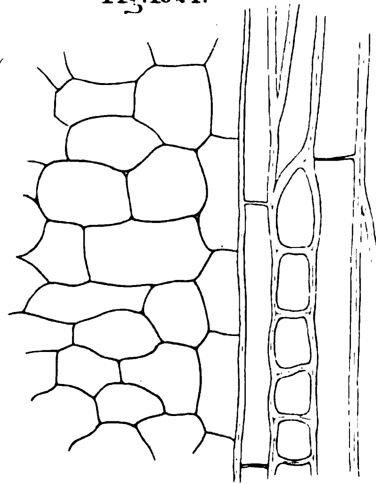


Fig. 162 f.



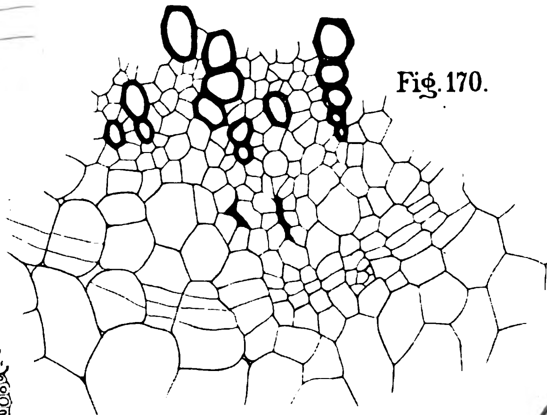
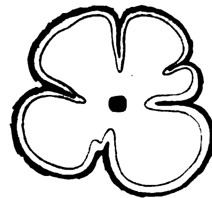


Fig. 170.

Fig. 173.



xyl c

Fig. 174.

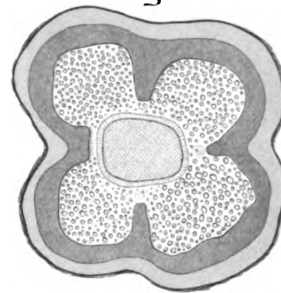


Fig. 175.

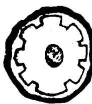
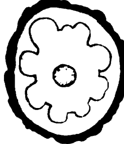


Fig. 176.



xyl b

Fig. 177.

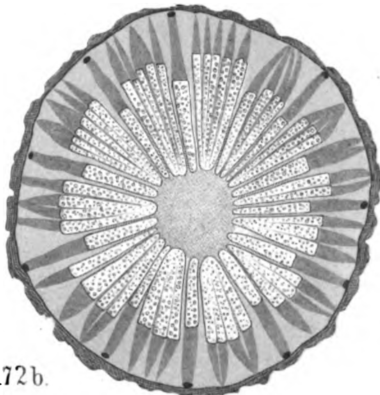


Fig. 178.

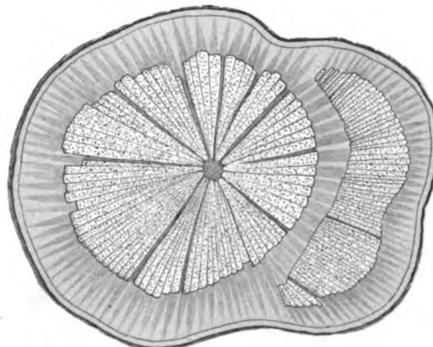


Fig. 172 b.

Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.


UNIVERSITY OF MICHIGAN
3 9015 01839 3549



